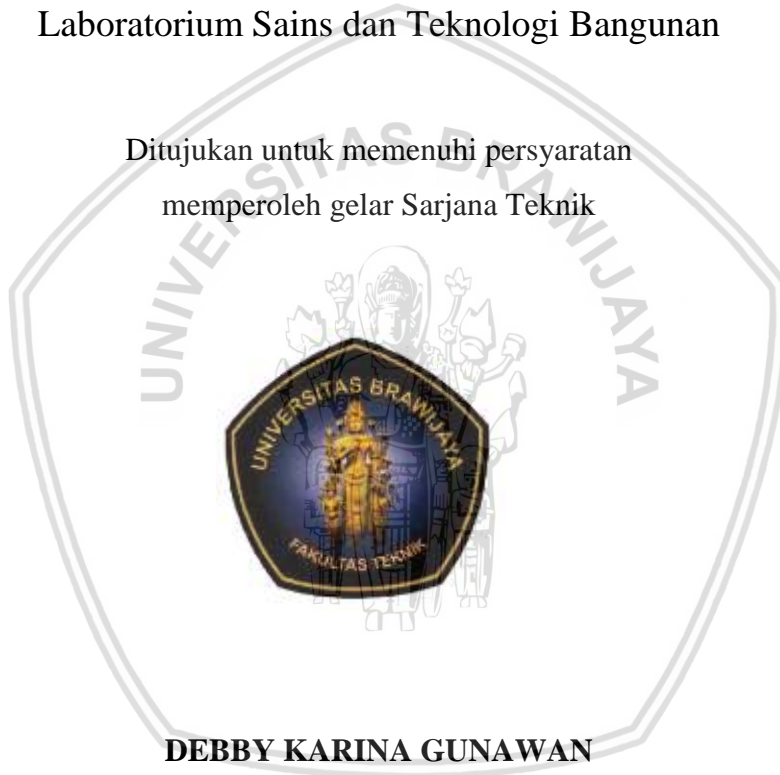


Sirkulasi Evakuasi Kebakaran pada Pasar Segiri Samarinda

Skripsi

Program Studi Sarjana Arsitektur
Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



DEBBY KARINA GUNAWAN

NIM. 125060501111014

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018

Dari Abdullah bin Mas'ud r.a Nabi Muhammad SAW pernah bersabda “Janganlah ingin seperti orang lain, kecuali seperti dua orang ini, pertama orang yang diberi Allah kekayaan berlimpah dan ia membelanjakannya secara benar, kedua orang yang diberi Allah al – Hikmah dan ia berperilaku sesuai dengannya dan mengajarkannya kepada orang lain.” (HR Bukhari)

Skripsi ini teruntuk kedua orang tua

Yang senantiasa mendoakan dan

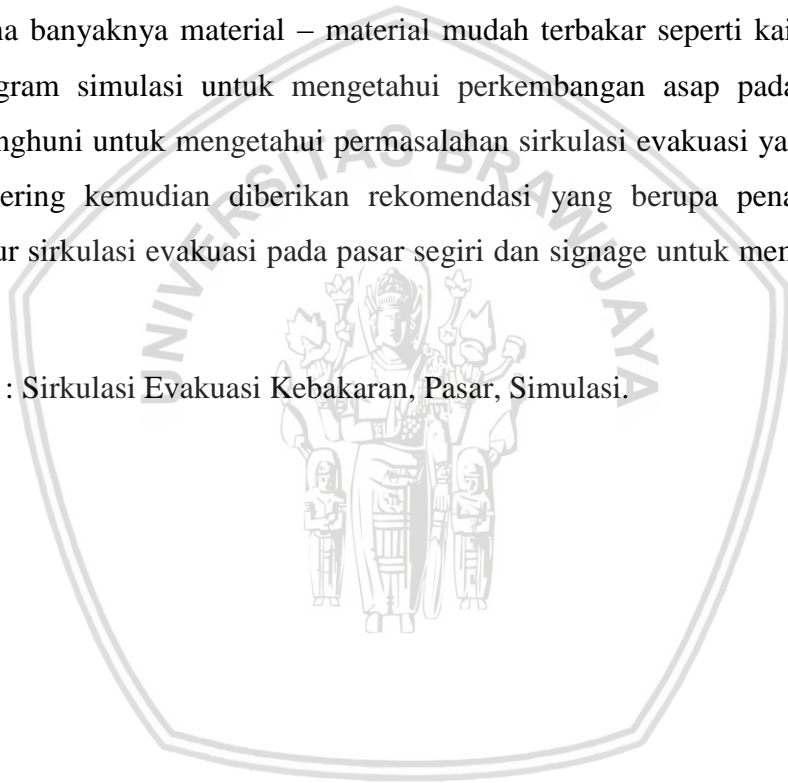
Menunggu dirumah

RINGKASAN

Debby Karina Gunawan, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2016, Sirkulasi Evakuasi Kebakaran pada Pasar Segiri Samarinda, Dosen Pembimbing : Ir. Heru Sufianto, M.Arch.,St.,Ph.D.

Penyebaran api dan asap pada bangunan pasar sangat cepat pada saat terjadi kebakaran sehingga diperlukan sirkulasi evakuasi yang dapat mengevakuasi seluruh penghuni pasar dengan waktu yang singkat. Objek penelitian yang diambil adalah bangunan pasar kering pada Pasar Segiri Samarinda karena bangunan pasar kering yang memiliki tingkat pertumbuhan api yang paling tinggi karena banyaknya material – material mudah terbakar seperti kain. Penelitian ini menggunakan program simulasi untuk mengetahui perkembangan asap pada bangunan dan waktu evakuasi penghuni untuk mengetahui permasalahan sirkulasi evakuasi yang terdapat pada bangunan pasar kering kemudian diberikan rekomendasi yang berupa penambahan tangga darurat sebagai jalur sirkulasi evakuasi pada pasar segiri dan signage untuk mempercepat proses evakuasi.

Kata Kunci : Sirkulasi Evakuasi Kebakaran, Pasar, Simulasi.

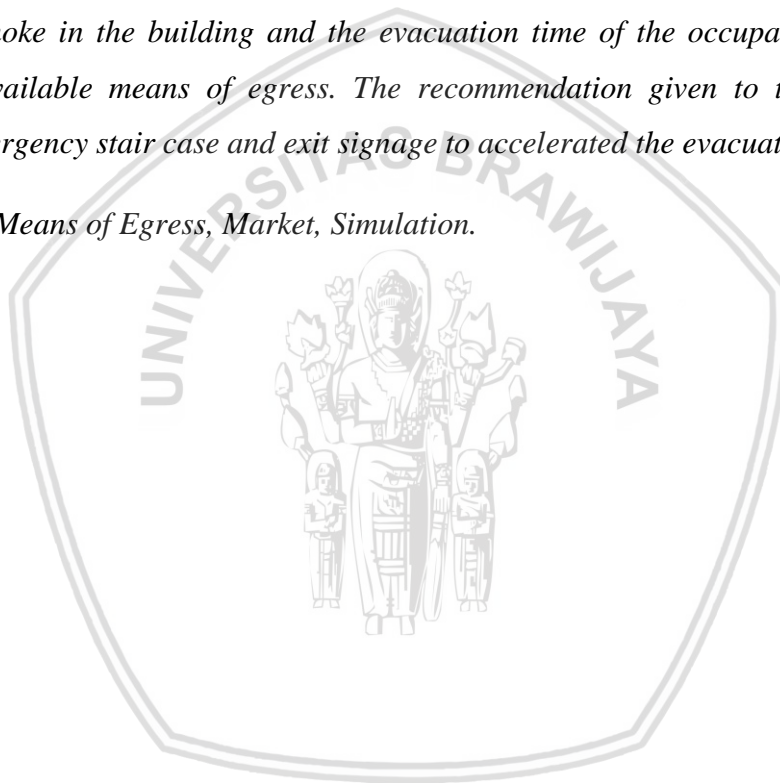


SUMMARY

Debby Karina Gunawan, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, June 2016, Means of egress in Segiri Market Samarinda, Academic Supervisor : Ir. Heru Sufianto, M.Arch.,St.,Ph.D

The rapid growth of fire and smoke in markets building in the event of fire cause the need for means of egress that can evacuate all occupant in a short time. The research object used was dry market building in Segiri Market Samarinda that has the highest fire growth caused by combustible material such as clothes. This study used a simulation program to determined the development of smoke in the building and the evacuation time of the occupant and found the problem in the available means of egress. The recommendation given to the building was addition of the emergency stair case and exit signage to accelerated the evacuation time.

Keyword : Means of Egress, Market, Simulation.



PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim,

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang atas rahmat, karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sirkulasi Evakuasi Kebakaran pada Pasar Segiri Samarinda”. Shalawat dan salam penulis haturkan kepada Rasulullah SAW yang sudah menuntun manusia keluar dari masa kegelapan.

Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan, bimbingan, dan motivasi dari banyak pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis sampaikan rasa terima kasih dan rasa hormat sebesar – besarnya kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Bayu Gunawan dan Ibu Halipah Gunawan yang tidak pernah lelah memberikan do'a, kasih sayang, motivasi dan pengertiannya untuk anak – anaknya.
2. Bapak Ir. Heru sufianto, M.Arch, St, Ph.D selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan masukan dan arahan untuk menghasilkan skripsi yang baik.
3. Bapak Ary Deddy Putranto, ST, MT dan Ibu Andika Citraningrum, ST, MT, Msc selaku dosen penguji yang sudah memberikan banyak masukan pada saat ujian skripsi saya.
4. Pengelola gedung Segiri Grosir Samarinda atas kesediaannya untuk memberikan data – data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Adik saya tersayang, Devy Asyifa Gunawan atas bantuannya yang luar biasa mahal untuk menyelesaikan skripsi ini dan juga foto-foto kucing dirumah supaya kakaknya cepat pulang.
6. Sista – sista tercinta (Irin, Dini, Lidya, Aisy) atas *support* sandang, pangan, papan, wifi dan asupan drama – drama serta segala perhatian yang uwuwuwu selama masa-masa sulit dalam menyelesaikan skripsi penuh drama ini.
7. Lalu Nata Tresna Hadi yang dengan sabar membantu dan menemani dalam menyelesaikan skripsi ini dan menghadapi segala macam drama dan kerecehan yang terjadi.
8. Mamang – mamang (Barkah, Bilal, Kresna, Panjen, Kacong, Ulafa, Arif) atas guyonan – guyonan yang lucu dan yang receh dan terima kasih kepada Wildan yang sudah meminjamkan komputernya untuk simulasi.

9. Teman – teman yang sama – sama membahas kebakaran (Hanna, Nita, Firda, Setya) atas motivasi dan literatur – literatur yang dapat digunakan untuk membahas skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memang masih jauh dari sempurna sehingga penulis memohon maaf yang sebesar – besarnya dan penulis menerima segala kritik dan masukan yang membangun supaya penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga kedepannya skripsi ini dapat berguna bagi banyak orang.

Malang, 6 Juni 2018

Penulis



DAFTAR ISI

RINGKASAN	3
SUMMARY	4
PENGANTAR	5
BAB I	15
PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Identifikasi Masalah	16
1.3 Rumusan Masalah	16
1.4 Batasan Masalah	16
1.5 Tujuan	16
1.6 Manfaat Penelitian	16
1.7 Kerangka Berpikir	17
1.8 Sistematika Pembahasan	18
BAB II	19
TINJAUAN PUSTAKA	19
2.1 Definisi Pasar Tradisional dan Pasar Modern	19
2.2 Pelaku Kegiatan Pasar Tradisional	20
2.3 Teori Kebakaran	20
2.3.1 Definisi Kebakaran	20
2.3.2 Klasifikasi kebakaran	21
2.3.3. Faktor Pendukung Terjadinya Kebakaran	21
2.3.4. Tahapan Perkembangan Api	23
2.4 Evakuasi Kebakaran	24
2.5. <i>Available Safe Egress Time (ASET)</i>	26
2.5.1 Resiko Terhadap Manusia pada saat Kebakaran	26
2.5.2 Simulasi Kebakaran	30

2.6 <i>Required Safe Egress Time (RSET)</i>	31
2.6.1 Perilaku Penghuni saat Keadaan Darurat	31
2.6.2 Perhitungan RSET.....	35
2.7. Sirkulasi Evakuasi.....	39
2.7.1 <i>Signage</i>	39
2.7.2 Koridor dan Tangga darurat.....	43
2.7.3 Alarm kebakaran	48
2.8 Jumlah Pendukung	50
2.9 Kerangka Teori	51
BAB III.....	52
METODE PENELITIAN	52
3.1 Metode Penelitian	52
3.2 Lokasi Penelitian	52
3.3 Sumber Data dan Jenis Data	54
3.4 Metode Pengumpulan Data	55
3.5 Instrumen Penelitian	56
3.6 Variabel Penelitian	58
3.8 Metode Analisis	58
3.8.1. Metode Analisis Kualitatif	58
3.8.2. Metode Analisis Kuantitatif.....	59
3.9 Kerangka Penelitian.....	61
BAB IV.....	62
HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1 Tinjauan Tapak.....	62
4.1.1. Sejarah dan Fungsi Tapak	62
4.1.2 Batas Tapak.....	63

4.1.3 Gambaran Umum Bangunan	64
4.2. Analisis Sirkulasi Evakuasi Bangunan Pasar Kering pada Pasar Segiri	72
4.2.2 Sirkulasi Bangunan Pasar Kering	73
4.2.2 Signage.....	77
4.2.3 Alarm Kebakaran	77
4.3 Analisis Karakteristik Penghuni Bangunan	78
4.4 Analisis <i>Available Safe Egress Time</i> (ASET) Bangunan Pasar Kering	80
4.5 Analisis <i>Required Safe Egress Time</i> (RSET) Bangunan Pasar Kering	91
BAB 5	123
PENUTUP	123
5.1 Kesimpulan	123
5.2 Saran.....	123
Daftar Pustaka	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Letak tanda darurat pada pintu.....	37
Gambar 2 2 Ukuran huruf untuk penanda eksit.....	37
Gambar 2 3 Kerangka Teori.....	46
Gambar 3 1 Lokasi Pasar Segiri.....	47
Gambar 3 2 Batas Tapak Pasar Segiri	48
Gambar 3 3 Diagram Kerangka Penelitian.....	56
Gambar 4 1 Kondisi Pasar Segiri saat Kebakaran	57
Gambar 4 2 Batas Tapak Pasar Segiri	58
Gambar 4 3 Layout plan Pasar Segiri.....	59
Gambar 4 4 Siteplan Pasar Segiri.....	60
Gambar 4 5 Potongan AA'-1 Pasar Segiri.....	61
Gambar 4 6 Potongan AA'-2 Pasar Segiri.....	61

Gambar 4. 7 Potongan BB'-1 Pasar Segiri.....	62
Gambar 4. 8 Potongan BB'-2 Pasar Segiri.....	62
Gambar 4. 9 Kondisi Area Pasar Basah pada Pasar Segiri.....	63
Gambar 4. 10 Akses Masuk-Keluar Area Pasar Basah pada Pasar Segiri	64
Gambar 4. 11 Akses Masuk-Keluar Bangunan pasar kering pada Pasar Segiri.....	65
Gambar 4. 12 Ramp dan Tangga menuju pasar kering.....	66
Gambar 4. 13 Zonasi Lantai 1 Pasar Kering.....	67
Gambar 4. 14 Zonasi Lantai 2 Pasar kering.....	68
Gambar 4. 15 Zonasi Lantai 3 Pasar Kering.....	68
Gambar 4. 16 Letak pintu masuk/keluar lantai 1.....	69
Gambar 4. 17 Eskalator dan Tangga Darurat pada Lt. 1.....	69
Gambar 4. 18 Eskalator dan Tangga Darurat pada Lt.2.....	70
Gambar 4. 19 Eskalator dan Tangga Darurat pada Lt.3.....	70
Gambar 4. 20 Eskalator Bangunan pasar kering.....	71
Gambar 4. 21 Lift dan Tangga Darurat pasar kering.....	71
Gambar 4. 22 Letak titik api.....	76
Gambar 4. 23 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik-300.....	77
Gambar 4. 24 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik-600.....	77
Gambar 4. 25 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik – 900.....	77
Gambar 4. 26 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik-1200.....	77
Gambar 4. 27 Persebaran vertikal asap dalam gedung pada detik 300.....	78
Gambar 4. 28 Persebaran vertikal asap dalam gedung pada detik 600.....	78
Gambar 4. 29 Persebaran vertikal asap dalam bangunan pada detik 900.....	79
Gambar 4. 30 Persebaran vertikal asap dalam bangunan pada detik 1200.....	79
Gambar 4. 31 Kadar CO lantai 1 pada detik 300	80
Gambar 4. 32 Kadar CO lantai 1 pada detik 600	80
Gambar 4. 33 Kadar CO lantai 1 pada detik 900	81
Gambar 4. 34 Kadar CO lantai 1 pada detik 1200	81
Gambar 4. 35 Kadar CO lantai 2 pada detik 300	82
Gambar 4. 36 Kadar CO lantai 2 pada detik 600	82
Gambar 4. 37 Kadar CO lantai 2 pada detik 900	83

Gambar 4. 38 Kadar CO lantai 2 pada detik 1200	83
Gambar 4. 39 Kadar CO lantai 3 pada detik 300	84
Gambar 4. 40 Kadar CO lantai 3 pada detik 600	84
Gambar 4. 41 Kadar CO lantai 3 pada detik 900	85
Gambar 4. 42 Kadar CO lantai 3 pada detik 1200	85
Gambar 4. 43 Akses keluar pasar kering.....	86
Gambar 4. 44 Posisi Penghuni Lantai 1 pada detik 0.....	88
Gambar 4. 45 Posisi Penghuni Lantai 2 pada detik 0.....	89
Gambar 4. 46 Posisi Penghuni Lantai 3 pada detik 0.....	89
Gambar 4. 47 Evakuasi penghuni lantai 1 pada detik 300.....	90
Gambar 4. 48 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 300.....	91
Gambar 4. 49 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 600.....	91
Gambar 4. 50 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 900.....	92
Gambar 4. 51 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1200.....	92
Gambar 4. 52 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1500.....	93
Gambar 4. 53 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1800.....	93
Gambar 4. 54 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1955.....	94
Gambar 4. 55 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 300.....	95
Gambar 4. 56 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 600.....	95
Gambar 4. 57 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 900.....	96
Gambar 4. 58 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1200.....	96
Gambar 4. 59 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1500.....	97
Gambar 4. 60 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1800.....	97
Gambar 4. 61 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1911,5.....	98
Gambar 4. 62 Evakuasi penghuni pasar kering detik 300.....	100
Gambar 4. 63 Evakuasi penghuni pasar kering detik 600.....	100
Gambar 4. 64 Evakuasi penghuni pasar kering detik 900.....	101
Gambar 4. 65 Evakuasi penghuni pasar kering detik 1200.....	101
Gambar 4. 66 Evakuasi penghuni pasar kering detik 1500.....	102
Gambar 4. 67 Evakuasi penghuni pasar kering detik 1800.....	102
Gambar 4. 68 Evakuasi penghuni pasar kering detik 2036.....	103

Gambar 4. 69 Letak rekomendasi tangga darurat berdasarkan akses keluar bangunan pasar segiri	106
Gambar 4. 70 Rekomendasi letak tangga darurat lantai 1 pasar kering	107
Gambar 4. 71 Rekomendasi letak tangga darurat lantai 2 pasar kering	108
Gambar 4. 72 Rekomendasi letak tangga darurat lantai 3 pasar kering	109
Gambar 4. 73 Lebar Koridor Pasar Kering	110
Gambar 4. 74 Jarak Koridor Rekomendasi	110
Gambar 4. 75 Potongan AA' rekomendasi pasar kering	111
Gambar 4. 76 Potongan BB' rekomendasi pasar kering	111
Gambar 4. 77 Detail ruang tangga darurat	112
Gambar 4. 78 Dimensi Anak Tangga Darurat	112
Gambar 4. 79 Hasil simulasi 1 detik 300	113
Gambar 4. 80 Hasil simulasi 1 detik 600	113
Gambar 4. 81 Akses tangga darurat yang ditutup	114
Gambar 4. 82 Hasil simulasi 2 detik 300	114
Gambar 4. 83 Hasil simulasi 2 detik 600	115
Gambar 4. 84 Hasil simulasi 2 detik 803	115
Gambar 4. 85 Lokasi signage didalam bangunan	116
Gambar 4. 86 Peletakan signage dalam bangunan	117
Gambar 4. 87 Pengarah pada Lantai Pasar Kering	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor yang Mempengaruhi Evakuasi	20
Tabel 2. 2 Komponen Evakuasi	20
Tabel 2. 3 Waktu Toleransi Manusia Terhadap Panas	22
Tabel 2. 4 Jenis Gas dan Sumbanya	22
Tabel 2. 5 Efek yang Ditimbulkan Gas Saat Kebakaran	23
Tabel 2. 6 Efek Konsentrasi Gas Iritan pada Evakuasi	23
Tabel 2. 7 Efek Karbon Monoksida pada Manusia	24
Tabel 2. 8 Efek Karbon dioksida pada Manusia	24
Tabel 2. 9 Jarak Pandang Minimal Berdasarkan Tingkat Pengenalan Bangunan	24

Tabel 2. 10 Jarak Pandang Minimal Berdasarkan Ukuran Bangunan.....	24
Tabel 2. 11 Kriteria Batas Aman.....	25
Tabel 2. 12 Nilai Pembakaran.....	25
Tabel 2. 13 Tingkat Pertumbuhan Api.....	26
Tabel 2. 14 HRRPUA Berdasarkan Jenis Bangunan.....	26
Tabel 2. 15 <i>Pre - movement time 1</i>	32
Tabel 2. 16 <i>Pre-Movement Time 2</i>	33
Tabel 2. 17 Nilai Konstanta Persamaan Nelson dan.....	34
Tabel 2. 18 Hasil Pengujian Pengaruh Siganage oleh Xie H dkk.....	36
Tabel 2. 19 Tabel Beban Okupansi.....	38
Tabel 2. 20 Beban Okupansi Berdasarkan International Building Code 2006.....	39
Tabel 2. 21 Beban Okupansi Berdasarkan NFPA 101 : Life Safety Code.....	39
Tabel 2. 22 kapasitas lebar tangga dan koridor PERMEN PU no.26.....	39
Tabel 2. 23 Jarak Tempuh Jalur Evakuasi Berdasarkan Panduan Sistem Bangunan Tinggi	40
Tabel 2. 24 Jarak Tempuh Jalur Evakuasi Berdasarkan International Building Code 2006.....	40
Tabel 2. 25 Jarak Tempuh Jalur Evakuasi Berdasarkan NFPA 101 : Life Safety Code.....	41
Tabel 2. 26 Jarak tempuh evakuasi berdasarkan PERMEN PU no.26.....	41
Tabel 2. 27 Jumlah Jalur Evakuasi Berdasarkan Jumlah Penghuni.....	41
Tabel 2. 28 Jumal Pendukung.....	45
Tabel 3. 1 Sumber data.....	49
Tabel 3. 2 Instrumen penelitian.....	50
Tabel 3. 3 Variabel Penelitian.....	52
Tabel 4 1 Hasil Survey Pengunjung Pasar Segiri.....	71
Tabel 4 2 Skor Hasil Survey Pengunjung Pasar Segiri.....	72
Tabel 4 3 Interpretasi Hasil Survey Pengunjung Pasar Segiri.....	72
Tabel 4 4 Hasil Survey Pedagang Pasar Segiri.....	72
Tabel 4 5 Skor Hasil Survey Pedagang Pasar Segiri.....	73
Tabel 4 6 Interpretasi Hasil Survey Pedagang Pasar Segiri.....	73
Tabel 4 7 Jumlah Penghuni Bangunan.....	84

Tabel 4 8 Penggunaan pintu keluar bangunan pasar kering.....	95
Tabel 4 9 Jumlah penghuni yang keluar dari bangunan pasar kering.....	99
Tabel 4 10 Penggunaan akses keluar kawasan pasar segiri.....	99



LEMBAR PENGESAHAN

**SIRKULASI EVAKUASI KEBAKARAN PADA PASAR SEGIRI
SAMARINDA**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DEBBY KARINA GUNAWAN
NIM. 125060501111014**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 31 Mei 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Aritektural

Dosen Pembimbing

Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.
NIP. 19650218 199002 1 001

Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.
NIP. 19650218 199002 1 001



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsftub@ub.ac.id

LEMBAR HASIL
DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI

Nama : Debby Karina Gunawan
NIM : 125060501111014
Judul Skripsi : Sirkulasi Evakuasi Kebakaran pada Pasar Segiri Samarinda
Dosen Pembimbing : Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St, Ph.D
Periode Skripsi : 2017/2018
Alamat Email : Debbykarina08@gmail.com

Tanggal	Deteksi Plagiasi ke-	Plagiasi yang terdeteksi (%)	Ttd Staf LDTA
4 Juni 2018	1	13	
	2		
	3		
	4		
	5		

Malang, 6 Juni 2018
Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St, Ph.D
NIP. 19650218 199002 1 001

Kepala Laboratorium
Dokumentasi Dan Tugas Akhir

Ir. Chairil Budiarto Amiuza, MSA
NIP. 19531231 198403 1 009

Keterangan:

1. Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%
2. Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan bagian belakang setelah surat Pernyataan Orisinalitas

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur jiplakan, Saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU no.20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 27)

Malang, 6 Juni 2018

Mahasiswa,



Debby Karina Gunawan

NIM. 125060501111014



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 535 /UN10.F07.15/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

DEBBY KARINA GUNAWAN

Dengan Judul Skripsi :

Sirkulasi Evakuasi Kebakaran pada Pasar Segiri Samarinda

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 05 Juni 2018



Dr. Eng/Herry Santosa, ST, MT
NIP. 19730525 200003 1 004

Ketua Program Studi S1 Arsitektur

Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St, Ph.D
NIP. 19650218 199002 1 001

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar merupakan tempat bertemunya pedagang dan pembeli untuk melakukan transaksi barang ataupun jasa. Sebagai pusat terjadinya jual beli, Bangunan pasar tradisional pada umumnya terdiri dari kios-kios dengan dasaran terbuka yang dibuka oleh penjual atau pengelola pasar. Sebagai pusat terjadinya aktivitas jual beli maka bangunan pasar memiliki tingkat kepadatan penghuni dan barang yang tinggi serta sangat rentan terhadap kebakaran sehingga berdasarkan kepmen PU no.10/KPTS/2000 pengamanan terhadap bahaya kebakaran terhadap pasar tradisional harus dimulai sejak tahap perencanaan sehingga bangunan pasar yang akan dibangun telah memenuhi sarana penyelamatan, sistem proteksi kebakaran aktif maupun pasif serta pengawasan dan pengendalian kebakaran.

Pasar merupakan bangunan yang memiliki tingkat kepadatan penghuni dan barang yang tinggi, karena tingkat kepadatan barang yang tinggi maka pada saat terjadi kebakaran pada pasar, api akan menyebar dengan cepat sehingga penghuni harus lebih cepat di evakuasi.

Permasalahan yang timbul pada saat evakuasi kebakaran pasar yaitu jumlah penghuni yang besar dan karakteristik penghuni yang berbeda – beda seperti jenis kelamin, usia, kemampuan fisik, serta pengetahuan mengenai evakuasi kemudian permasalahan lainnya adalah kesesuaian jalur evakuasi yang tersedia untuk mengakomodasi proses evakuasi sehingga penghuni dapat keluar dari bangunan dengan cepat

Lokasi penelitian adalah Pasar segiri yang merupakan pasar induk di Samarinda. tercatat bahwa pasar segiri sudah mengalami 2 kali kejadian kebakaran yaitu pada 7 September 2009 berdasarkan data dari BPBD kota Samarinda kebakaran tersebut menghancurkan 300 kios pedagang kemudian kebakaran kedua terjadi pada tanggal 29 oktober 2015 yang menghancurkan 200 kios pedagang dan 1 orang korban tewas. Objek yang diteliti pada pasar segiri dibatasi pada bangunan pasar kering karena memiliki kepadatan barang yang mudah terbakar lebih tinggi dari lokasi lain pada pasar segiri sehingga api akan lebih cepat menyebar pada bangunan pasar kering.

1.2 Identifikasi Masalah

Pasar tradisional yang memiliki kepadatan penghuni dan barang yang tinggi sehingga sehingga pada saat kebakaran api dan asap akan cepat menyebar oleh karena itu diperlukan sirkulasi evakuasi yang dapat mempermudah evakuasi sehingga penghuni dapat segera keluar dari bangunan.

1.3 Rumusan Masalah

Bagaimana sirkulasi evakuasi kebakaran yang dapat mempercepat proses evakuasi penghuni pasar segiri ?

1.4 Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian adalah Pasar Segiri Samarinda
2. Objek pada pasar segiri yang diteliti adalah bangunan pasar kering

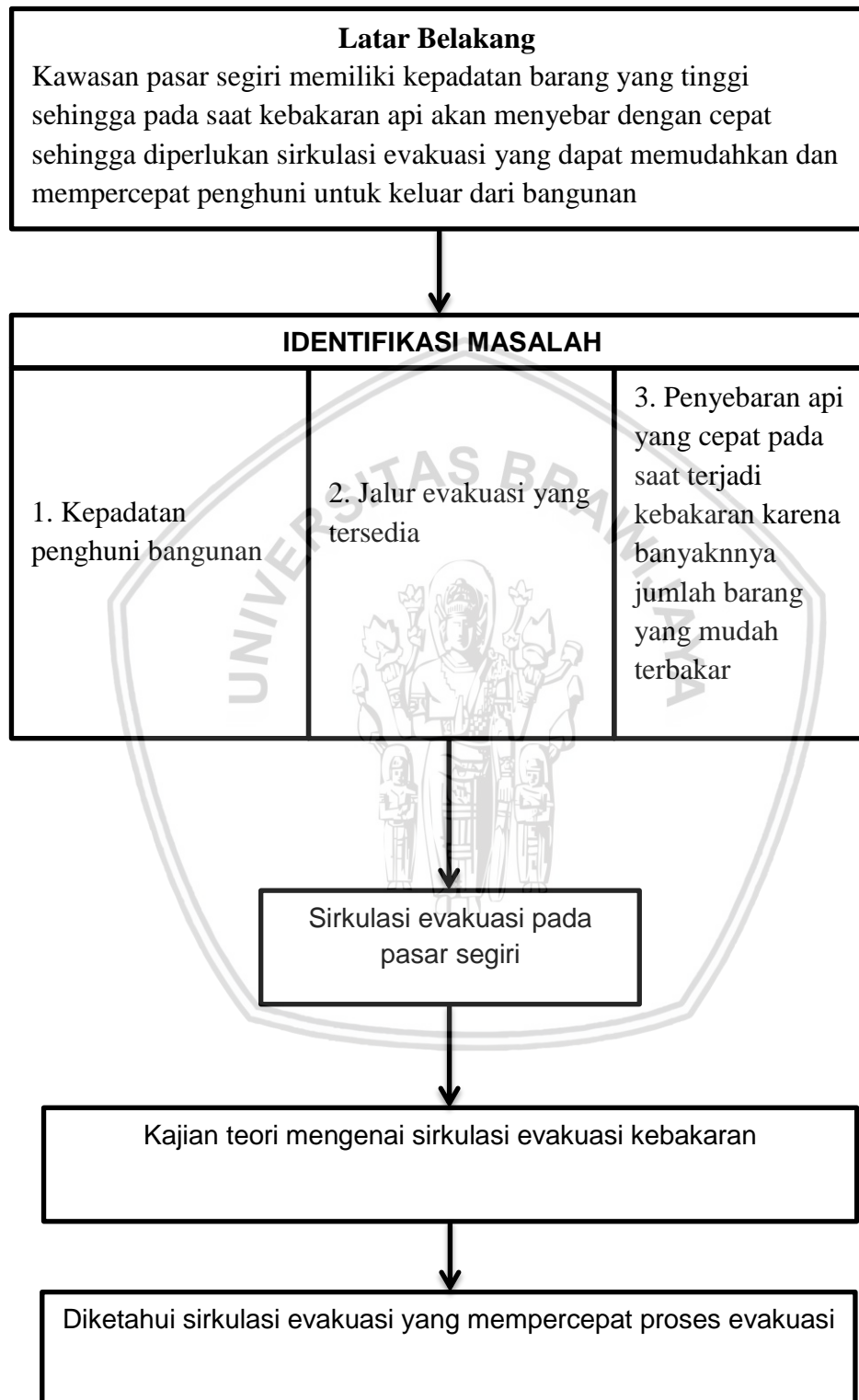
1.5 Tujuan

1. Mengidentifikasi dan menganalisis sirkulasi evakuasi kebakaran pada pasar segiri
2. Mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan pada sirkulasi evakuasi kebakaran pada pasar segiri.
3. Memberikan saran berupa sirkulasi evakuasi kebakaran pada pasar segiri untuk proses evakuasi evakuasi yang lebih cepat

1.6 Manfaat Penelitian

1. Untuk peneliti hasil yang diharapkan adalah mendapatkan sirkulasi evakuasi yang sesuai untuk pasar segiri sehingga evakuasi lebih lebih cepat
2. Untuk masyarakat supaya kedepannya mendapatkan fasilitas pasar tradisional dengan sirkulasi evakuasi kebakaran yang baik sehingga pada saat terjadi kebakaran di pasar tradisional penghuni akan segera di evakuasi sehingga tidak jatuh korban jiwa
3. Untuk Akademisi dengan adanya penelitian sirkulasi evakuasi kebakaran pasar ini akan dapat menambah wawasan mengenai penerapan desain untuk meningkatkan keselamatan kebakaran pada bangunan pasar tradisional yang merupakan kawasan dengan kepadatan penghuni yang tinggi.

1.7 Kerangka Berpikir



1.8 Sistematika Pembahasan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan kasus, identifikasi masalah yang terjadi pada lokasi, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan dan manfaat penelitian bagi peneliti, masyarakat, pedagang dan akademisi

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka memuat teori – teori yang berkaitan dengan tema kajian yaitu sirkulasi evakuasi kebakaran pada pasar antara lain teori perilaku penghuni, dimensi jalur evakuasi, signage, penanggulangan asap, pencahayaan dan perhitungan kecepatan evakuasi

BAB III METODE PENELITIAN

Pada Bab ini membahas tahapan – tahapan yang digunakan untuk mendapatkan hasil penelitian. Metode yang dipilih akan digunakan untuk melakukan pengumpulan data dan analisis data sehingga didapatkan sintesa untuk diterapkan pada bagian hasil dan pembahasan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan hasil dari pengumpulan data, analisis data serta sintesa terhadap permasalahan yang ingin diteliti. pada bab ini data yang didapatkan dari lapangan dikomparasikan dengan kajian dari teori-teori yang ada sehingga didapatkan solusi terhadap permasalahan yang terjadi pada pasar terkait dengan sirkulasi evakuasi kebakaran pada pasar segiri.

BAB V PENUTUP

Kesimpulan dari kajian yang dilakukan, serta saran untuk penerapan hasil kajian tersebut

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pasar Tradisional dan Pasar Modern

Pada pasar tradisional dan pasar modern terdapat perbedaan yang bukan hanya sebatas tampilan fisik bangunannya saja akan tetapi terdapat pula perbedaan dalam sistem transaksi jual beli yang berlaku didalamnya. Berikut adalah beberapa teori untuk menjelaskan perbedaan antara pasar tradisional dan pasar modern.

Pasar tradisional adalah suatu tempat terbuka yang menjadi tempat terjadinya proses transaksi jual beli dengan proses tawar menawar (Sadillah dkk :2011)

Pasar Tradisioanal adalah pasar yang bersifat tradisional yang ditandai dengan pembeli dan penjual yang bertemu secara langsung. Pada pasar tradisional proses jual beli dilakukan dengan proses tawar menawar karena harga dan harga yang diberikan kepada suatu barang bukan merupakan harga tetap sehingga masih bisa ditawar.(M.Fuad :2000)

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2012 pasal 4 tentang Pengelolaan dan Pemberdayaan Pasar Tradisional, terdapat beberapa kriteria pasar tradisional yaitu :

- a. Dimiliki, dibangun dan/atau dikelola oleh pemerintah daerah;
- b. Transaksi dilakukan dengan tawar menawar
- c. Tempat usaha beragam dan menjadi satu pada lokasi yang sama
- d. Sebagian besar barang dan jasa yang ditawarkan berbahan baku lokal.

Sedangkan definisi Pasar Modern adalah Pasar yang pembeli dan penjualnya tidak melakukan transaksi secara langsung. Pembeli mengetahui harga dengan melihat label harga pada kemasan produk dan pembayarannya dilayani oleh pramuniaga. Contoh dari pasar modern seperti supermarket, minimarket, hypermarket dan sebagainya (Hutabarat :2009)

Berdasarkan definisi – definisi mengenai pasar tradisional dan pasar modern, dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara pasar tradisional dan pasar modern terletak pada sistem jual beli yang berlaku didalamnya, pada pasar tradisional terdapat tawar menawar dan pertemuan langsung antara pembeli dan pedagang sedangkan pada pasar modern pembeli tidak bertemu langsung dengan pedagang dan kegiatan pembayaran di fasilitasi oleh pramuniaga dan harga barang pada pasar modern tidak dapat ditawar.

2.2 Pelaku Kegiatan Pasar Tradisional

Berdasarkan Panduan Perancangan Bangunan Komersial oleh Endy Marlina tahun 2008, pelaku kegiatan pada pasar tradisional terdiri dari :

a. Pemilik/ Investor

kegiatan yang dilakukan pemilik adalah kegiatan yang bersifat temporer hanya untuk melihat dan mencermati kegiatan atau keadaan bangunan serta melakukan koordinasi dengan pengelola

b. *Tenant*/ Penyewa

Tenant adalah penyewa unit retail atau pedagang individu maupun kelompok yang menyewa dan menggunakan ruang dan fasilitas yang disediakan untuk usaha. Kegiatan utama pedagang adalah mempersiapkan dan menjaga barang yang akan dijual.

c. Konsumen

Konsumen adalah masyarakat atau obyek pelaku kegiatan yang memerlukan pelayanan barang, jasa dan rekreasi. Kegiatan utama konsumen berbelanja di pasar adalah untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari dengan membandingkan harga, kualitas, variasi, jenis pelayanan dan kemudian melakukan kegiatan pembelian jika berminat.

d. Pengelola

Pengelola pasar bertugas menyediakan fasilitas yang memadai, ruang yang efektif dan pelayanan yang baik untuk mewadahi penyewa unit retail sehingga semua ruang usaha yang tersewa dapat memperoleh keuntungan

e. *Supplier*/ Pemasok barang

Pemasok barang memiliki tujuan utama yaitu mengisi atau mengantar barang yang dibutuhkan oleh pedagang. Kegiatan utama pemasok barang adalah bongkar muat barang dan jam kerjanya berada diluar jam operasional sehingga kegiatan bongkar muat lebih mudah dan terdapat sirkulasi untuk kendaraan pengangkut barang.

2.3 Teori Kebakaran

2.3.1 Definisi Kebakaran

Bedasarkan *National Fire Protection Association 101* (NFPA 101), kebakaran adalah proses oksidasi yang melibatkan 3 unsur yaitu bahan bakar, panas dan oksigen yang mengakibatkan timbulnya kerugian harta benda, cedera dan bahkan kematian.

Kebakaran adalah api yang tidak terkendali yang artinya berada diluar kemampuan dan keinginan manusia dan pada umumnya bersifat merugikan (Ramli :2010).

Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa kebakaran merupakan proses timbulnya api yang tidak terkendali yang menyebabkan kerugian berupa harta benda dan juga jiwa.

2.3.2 Klasifikasi kebakaran

Berdasarkan NFPA, klasifikasi kebakaran dibagi menjadi 5 kelas berdasarkan bahan bakar api yaitu :

1. Kebakaran Kelas A

Adalah kebakaran yang bahan bakarnya merupakan material padat yang mudah terbakar seperti kertas, kayu, plastic, karet, busa dan lain – lain.

2. Kebakaran Kelas B

Adalah kebakaran yang bahan bakarnya merupakan material cair yang mudah terbakar (*combustible*) dan menimbulkan nyala api (*flammable*) seperti bensin, solven, cat, alkohol, aspal, minyak, gas lpg dan lain – lain.

3. Kebakaran Kelas C

Kebakaran dari listrik (seperti kebocoran listrik, korsleting) termasuk kebakaran pada alat-alat listrik.

4. Kebakaran Kelas D

Kebakaran dari logam seperti Zeng, Magnesium, serbuk Aluminium, Sodium, Titanium dan lain-lain.

5. Kebakaran Kelas K

Adalah kebakaran yang bahan bakarnya merupakan bahan masakan lemak dan minyak sayuran

2.3.3. Faktor Pendukung Terjadinya Kebakaran

Berdasarkan definisi kebakaran *National Fire Protection Association 101* (NFPA 101), peristiwa kebakaran terjadi saat material yang mudah terbakar yang berada pada ruang dengan kadar oksigen cukup bertemu dengan sumber panas lalu kemudian menghasilkan reaksi kimia berupa api. Dari definisi tersebut maka terdapat 3 faktor yang harus terpenuhi untuk terjadinya kebakaran yaitu :

a. Bahan bakar

Bahan bakar merupakan materi yang mengalami perubahan sebagian atau menyeluruh secara kimia maupun fisik apabila terbakar. Bahan bakar dapat terbagi menjadi 3 bentuk yaitu padat, cair dan gas. Sebuah benda dapat dikategorikan sebagai benda mudah terbakar berdasarkan factor-faktor berikut :

- Titik nyala (*flashpoint*)

Titik nyala adalah suhu terendah suatu bahan untuk berubah wujud menjadi uap dan akan terbakar apabila terkena kontak dengan api. Semakin rendah titik nyala suatu bahan, maka bahan tersebut akan semakin mudah terbakar dan sebaliknya, semakin tinggi titik nyalanya maka bahan tersebut akan sulit terbakar. Contoh bahan yang digolongkan memiliki titik nyala rendah antara lain : kayu, kertas, bensin, solar, dan LNG.

- Titik bakar (*fire point*)

Titik bakar adalah suhu terendah dimana suatu zat dapat mengeluarkan uap dan terbakar. Suatu bahan akan terbakar pada saat telah mencapai titik bakarnya.

titik bakar suatu bahan berbeda-beda sebagai contoh, bensin : 500°C , kerosin : $400 - 700^{\circ}\text{C}$.

- *Auto ignition temperature*

Suhu penyalaan sendiri adalah suhu dimana suatu zat dapat menyala dengan sendirinya tanpa ada sumber panas dari luar.

Contoh :

○ Bensin : $257,20^{\circ}\text{C}$

○ Kerosin : $228,90^{\circ}\text{C}$

- Batas terbakar (*Flammable range*)

Flammable range adalah batas maksimum dan minimum dari konsentrasi uap bahan bakar dan oksigen akan terbakar atau meledak apabila terkena panas yang cukup apabila diluar batas tersebut maka bahan tersebut tidak akan terbakar.

○ *Low flammable limit*

adalah kondisi dimana suatu bahan memiliki kandungan uap bahan bakar yang terlalu sedikit .

○ *Upper flammable limit*

adalah kondisi dimana suatu bahan memiliki kandungan uap bahan bakar yang tinggi.

b. Sumber panas

Panas adalah perpindahan energi yang dikarenakan adanya perbedaan suhu. Panas bergerak dari daerah yang bersuhu tinggi menuju daerah bersuhu rendah. Setiap benda yang dapat menghasilkan panas disebut sebagai sumber panas. Contoh sumber panas antara lain matahari, api, dan listrik.

c. Oksigen

Oksigen diperlukan untuk keberlangsungan proses pembakaran, semakin banyak suplai oksigen yang didapatkan api maka semakin lama pula proses pembakaran yang terjadi apabila suplai oksigen dikurangi maka api akan semakin mengecil hingga pada akhirnya padam.

2.3.4. Tahapan Perkembangan Api

Berdasarkan *National Fire Protection Association* 101 (NFPA 101) tahun 2006, tahapan perkembangan api dibagi menjadi 5 tahap yaitu :

a. *Ignition* (penyalan)

Pada peristiwa kebakaran tahapan pertama yang terjadi adalah tahap penyalan yaitu tahap dimana bahan bakar atau bahan mudah terbakar terkena kontak dengan sumber panas sehingga terjadi api.

b. *Growth* (perkembangan)

Setelah proses penyalan, ukuran api akan semakin membesar dan menjalar ke benda-benda lain yang mudah terbakar. Pada tahapan ini waktu yang diperlukan untuk api menyebar bergantung pada bahan bakar yang tersedia pada suatu area. Tingkatan perkembangan api antara lain :

- Tahap radiasi

Pada tahapan ini kebakaran yang terjadi sudah cukup besar, ukuran api sudah cukup untuk menimbulkan radiasi yang menjadi sumber panas utama

- Enclosure stage

Pada tahapan ini api sudah berkembang mencapai ketinggian 3-4 kaki. Tahap ini terjadi saat gas yang berada di langit-langit dan objek lainnya telah memanaskan dan memberikan timbal balik pada bahan mudah terbakar disekitarnya.

- Ceiling Stage

Pada tahapan ini, lidah api telah mencapai langit-langit bangunan dan gas yang berada di langit-langit cukup untuk memicu nyala api pada objek lainnya yang berada pada ruangan.

c. *Flashover*

Flashover merupakan tahapan transisi dari tahap growth menuju tahap fully developed. Pada tahapan ini, semua benda yang mudah terbakar yang berada pada ruangan akan ikut terbakar sehingga suhu ruangan dapat mencapai 500°C - 600°C

Tahap flashover merupakan tahapan yang paling berbahaya sehingga kemungkinan untuk penghuni untuk dievakuasi sangat minim karena semua bahan mudah terbakar pada ruangan akan terbakar dalam waktu bersamaan dan suhu dalam ruangan sangat tinggi. Flashover dapat dicegah dengan mengalirkan udara panas yang beradadalam ruangan untuk mengurangi suhu dalam ruang atau dengan pendinginan dengan penggunaan air pada titik terjadi kebakaran.

d. *Fully developed fire*

Pada tahapan ini, temperatur dalam ruangan yang terbakar akan meningkat dengan cepat dan sebagian besar bahan mudah terbakar dalam ruangan telah terbakar. Pada tahapan ini ancaman yang dihadapi adalah runtuhnya struktur bangunan.

e. *Decay stage*

Pada tahap ini api sudah mulai padam karena bahan bakar sudah mulai habis atau karena kadar oksigen pada ruangan sudah berkurang sehingga api semakin lama semakin mengecil.

2.4 Evakuasi Kebakaran

Dalam situasi kebakaran, evakuasi berarti kemampuan penghuni untuk keluar dari gedung tanpa bantuan. Tingkat keberhasilan evakuasi ditentukan oleh 3 faktor yaitu karakteristik manusia, karakteristik bangunan dan karakteristik api. Dengan mengetahui ketiga faktor tersebut diharapkan dapat menghasilkan analisis sirkulasi evakuasi yang lebih baik. Berikut adalah rincian 3 faktor evakuasi :

Tabel 2. 1 Faktor yang Mempengaruhi Evakuasi

Karakteristik Manusia	Karakteristik Bangunan	Karakteristik Api
Karakteristik Pribadi	Teknis	Tampak
Karakter	Layout	Wujud

Pengetahuan dan pengalaman	Sistem	Bau
Persepsi	Material	Suara
Pengambilan Keputusan	Kompartemen	Taktil
Pergerakan	Ukuran/Tinggi Bangunan	Kecepatan Perkembangan Api
Karakteristik Sosial	Situasional	Asap
Ikatan Sosial	Titik fokus	Racun
Komitmen Tugas	Okupansi	Panas
Tanggung Jawab	Kemudahan Menemukan Jalan	
Situasional	Perawatan	
Tingkat kewaspadaan		
Posisi		
Pengetahuan tentang lokasi		

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Gunnar G Lovas (1998), terdapat 3 komponen penting dalam sistem evakuasi kebakaran yaitu bangunan, penghuni, dan sistem berikut adalah tabel komponen evakuasi berdasarkan Lovas (1999) :

Tabel 2. 2 Komponen Evakuasi

Komponen evakuasi	Komponen	Parameter
Bangunan	Node (ruang)	Kapasitas
		Jarak menuju exit
		Jumlah penghuni
	Penghubung	Lebar dan panjang
	Sistem deteksi	Sensitivitas
		Pemilihan
	Sistem Alarm	Volume suara
		Informasi
Penghuni	Tiap orang	Kecepatan berjalan
		Kecepatan bereaksi
		Kemampuan menemukan jalan keluar
		Posisi awal
	Perencanaan evakuasi	Rute optimal
Organisasi		
	Manajemen evakuasi	Strategi
		Pesan

Dalam tulisannya Lovas (1999) juga memberikan beberapa cara untuk meningkatkan performa pada evakuasi antara lain :

- Mempengurangi waktu penghuni bereaksi dengan menggunakan sistem alarm dan sistem deteksi yang lebih baik
- Mengurangi waktu interpretasi dengan memberikan informasi yang lebih jelas kepada penghuni
- Mengurangi waktu berjalan dengan meningkatkan jalur evakuasi
 - Memperpendek rute
 - Menambah lebar koridor dan pintu
 - Kemudahan mencari jalur evakuasi

- d. Personel terlatih
- e. Peningkatan manajemen evakuasi

Berdasarkan *Confederation of Fire Protection Associations in Europe (CFPA-E) Guidelines* tahun 2009, terdapat 2 pendekatan yang dapat digunakan untuk mengetahui proses evakuasi manusia pada saat kebakaran yaitu :

- a. Pendekatan Preskriptif yang terfokus pada aspek fisik jalur evakuasi seperti, jumlah pintu keluar, panjang dan lebar koridor, waktu maksimal untuk evakuasi dan strategi manajerial untuk memastikan jalur evakuasi tetap tersedia dan aman. Kecepatan manusia saat evakuasi diasumsikan 0,5 m/s dan waktu untuk melakukan evakuasi adalah 3-5 menit.
- b. Pendekatan Teknis bergantung pada hasil perhitungan *Available Safe Egress Time*(ASET) untuk mengetahui batas aman dan waktu yang dibutuhkan penghuni untuk mencapai tempat aman atau *Required Safe Egress Time* (RSET). Pendekatan teknis bertujuan untuk menetapkan margin keselamatan dari perbedaan waktu ASET dan RSET

2.5. Available Safe Egress Time (ASET)

2.5.1 Resiko Terhadap Manusia pada saat Kebakaran

Available Safe Egress Time (ASET) adalah perhitungan antara waktu api mulai menyala dan waktu batas aman telah terlewati didalam ruangan tersebut. Faktor penting yang perlu diketahui dari ASET adalah bahaya yang dihadapi manusia yang dapat mempengaruhi proses evakuasi penghuni. Berikut adalah beberapa resiko yang dihadapi manusia pada saat terjadi kebakaran (Ramli, 2010) :

- a. Terbakar api secara langsung
kerusakan kulit yang dipengaruhi oleh suhu dimulai dari suhu 45°C hingga yang terparah ditimbulkan oleh suhu diatas 72°C

Berdasarkan *Confederation of Fire Protection Associations in Europe (CFPA-E) Guidelines* tahun 2009, berikut adalah waktu toleransi manusia terhadap paparan panas yang terjadi pada saat kebakaran

Tabel 2. 3 Waktu Toleransi Manusia Terhadap Panas

Perpindahan Panas	Intensitas	Waktu toleransi
Radiasi	<2,5 KW/m ²	> 5 menit
	2,5 KW/m ²	30 detik
	10 KW/m ²	4 detik
Konveksi	<60°C	> 30 menit
	100 °C < 10% H ₂ O	8 menit

110 °C < 10% H ₂ O	6 menit
120 °C < 10% H ₂ O	4 menit
130 °C < 10% H ₂ O	3 menit
150 °C < 10% H ₂ O	2 menit
180 °C < 10% H ₂ O	1 menit

Sumber : CFP-A-E Guidelines (2009)

b. Terjebak asap

Penyebab utama kematian pada saat kebakaran adalah asap karena dapat menyebabkan terjadinya sesak napas dan menghalangi penglihatan pada saat evakuasi menuju jalan keluar. Asap adalah gas yang dihasilkan dari proses pembakaran yang terdiri dari uap dan gas panas material yang terbakar, material yang tidak habis terbakar pada proses pembakaran, dan gas karbon monoksida yang merupakan hasil pembakaran tidak sempurna. Kandungan gas pada asap terbagi terbagi menjadi 2 jenis yaitu gas narkotik yang menyebabkan penghuni tidak sadarkan diri, seperti CO², CO dan HCN dan gas irritant yang mempengaruhi penglihatan dan pernapasan seperti, HCL, NO_x, NH₃, SO₂, HF, HBr dan Acrolein. Berikut adalah daftar gas yang timbul pada saat kebakaran dan contoh material yang menjadi sumbernya :

Tabel 2. 4 Jenis Gas dan Sumbernya

Gas	Sumber
CO (Karbon Monoksida)	Semua material (gas, cair, dan padat) yang mengandung karbon
CO ² (Karbon Dioksida)	Semua material (gas, cair, dan padat) yang mengandung karbon
HCN (Hidrogen Sianida)	Dari pembakaran material wol, sutra, polyacrylonitrile, nilon, polyurethane, dll
NO _x (Nitrogen Oksida)	Dihasilkan dalam jumlah kecil dari hasil pembakaran kain dan dalam jumlah besar dari pembakaran cellulosic nitrate, celluloid, dll
NH ₃ (Ammonia)	Dari hasil pembakaran wol, nilon, sutra dan melamin. Konsentrasi gas ini rendah pada umumnya rendah dalam kasus kebakaran gedung
HCL (Hidrogen Klorida)	Dari hasil pembakaran material yang mengandung klorin seperti Polivinyll Chloride (PVC)
SO ₂ (Sulfur dioksida)	Dari hasil pembakaran material yang mengandung sulfur
HF (Hidrogen Fluorida)	Dihasilkan dari proses pembakaran material yang mengandung resin flourida dan material tahan api yang mengandung bromida
HBr (Hidrogen Bromida)	

Gas	Sumber
Acrolein	Dari hasil pyrolysis material yang mengandung polyolefins dan cellulosic pada suhu 400 ^o C contoh materialnya adalah lemak dan minyak

Sumber : Purser,2009

Kemudian berikut adalah efek yang ditimbulkan oleh gas yang dihasilkan saat kebakaran terhadap manusia

Tabel 2. 5 Efek yang Ditimbulkan Gas Saat Kebakaran

Gas	Efek
CO (Karbon Monoksida)	Sesak napas
CO ² (Karbon Dioksida)	Jika terhirup dalam jumlah besar dapat menyebabkan tidak sadarkan diri
HCN (Hidrogen Sianida)	Sesak napas dan keracunan
NO _x (Nitrogen Oksida)	Iritasi pada saluran pernapasan yang dapat menyebabkan kematian
NH ₃ (Ammonia)	Bau yang tidak sedap yang menimbulkan iritasi pada mata dan hidung
HCL (Hidrogen Klorida)	Iritasi pernapasan
SO ₂ (Sulfur dioksida)	Iritasi
HF (Hidrogen Fluorida)	Iritasi pernapasan
HB _r (Hidrogen Bromida)	Iritasi pernapasan
Acrolein	Iritasi pernapasan akut

Sumber : Purser,2009

Tabel 2. 6 Efek Konsentrasi Gas Iritan pada Evakuasi

Gas	Mengurangi kemampuan evakuasi (ppm)	Tidak mampu melakukan evakuasi (ppm)	Mematikan (ppm)
HCl	200	1000	114.000
HBr	200	1000	114.000
HF	200	500	87.000
SO ₂	24	150	12.000
NO ₂	70	250	1.900
NO	-	>1000	30.000
Acroleine	4	30	4.500

Sumber : Purser,2009

Berdasarkan kandungan gas yang terdapat pada asap kebakaran, karbon monoksida merupakan ancaman terbesar bagi manusia. Apabila terhirup dalam jumlah besar, dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan kemampuan darah untuk mengantarkan oksigen ke organ – organ penting didalam tubuh, berikut adalah efek karbon monoksida pada manusia :

Tabel 2. 7 Efek Karbon Monoksida pada Manusia

Konsentrasi CO (ppm)	Efek
----------------------	------

Konsentrasi CO (ppm)	Efek
1500	15 menit : sakit kepala, 30 menit : pingsan, 1 jam : meninggal
2000	10 menit : sakit kepala, 25 menit : pingsan, 45 menit : meninggal
3000	Waktu aman maksimal 5 menit, berbahaya dan pingsan dalam 10 menit
6000	1-2 menit : sakit kepala dan tidak sadar, 10-15 menit : meninggal
12800	Pingsan dalam 2-3 hirupan, meninggal dalam 1-3 menit

Sumber : Ramli, 2010

Kandungan gas lainnya yang umum terdapat dalam kebakaran adalah karbon dioksida yang dapat membuat manusia tidak sadarkan diri sehingga tidak dapat melakukan evakuasi tanpa bantuan orang lain. Berikut adalah efek karbon dioksida pada manusia berdasarkan persentase konsentrasinya di udara :

Tabel 2. 8 Efek Karbon dioksida pada Manusia

Konsentrasi Karbon dioksida (%)	Efek
10	Tidak sadarkan diri dalam 30 menit
12	Tidak sadarkan diri dalam 5 menit
15	Batas paparan 1 menit
20	Tidak sadarkan diri dalam waktu kurang dari 1 menit

Sumber :

Selain menyebabkan gangguan pernapasan, kandungan gas iritan pada asap kebakaran juga mempengaruhi jarak pandang penghuni.

Tabel 2. 9 Jarak Pandang Minimal Berdasarkan Tingkat Pengenalan Bangunan

Tingkat Pengenalan Bangunan	Kepadatan Asap	Jarak Pandang
Mengenal	0,15 1/m	13 m
Tidak Mengenal	0.5 1/m	4 m

Sumber Gager III,2017

Tabel 2. 10 Jarak Pandang Minimal Berdasarkan Ukuran Bangunan

Ukuran Bangunan	Jarak Pandang
Bangunan kecil dengan koridor pendek	5 m
Bangunan besar dengan koridor panjang	10 m

Sumber : Gager III,2017

c. Bahaya lain akibat kebakaran

Selain asap dan panas yang membahayakan penghuni, runtuhannya material konstruksi juga dapat membahayakan keselamatan penghuni dan petugas pemadam kebakaran. Selain itu bahaya lainnya adalah terjadinya ledakan gas yang terkena paparan panas.

Berdasarkan penjabaran bahaya yang terjadi pada saat kebakaran dan efeknya pada manusia maka, kriteria batas aman yang digunakan untuk mengetahui *Available Safe Egress Time* (ASET) adalah :

Tabel 2. 11 Kriteria Batas Aman

Parameter	Batas Aman
Suhu	60°C

Jarak Pandang	5 m
Radiasi Panas	2,5 KW/m ² atau 375°C
Karbon Monoksida (CO)	1500 ppm
FED	0.3

2.5.2 Simulasi Kebakaran

Langkah berikutnya untuk mengetahui ASET adalah dengan melakukan simulasi kebakaran untuk mengetahui perkembangan api, asap dan suhu pada saat kebakaran terjadi didalam bangunan. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan jenis bangunan yang dianalisis maka diperlukan parameter untuk menentukan karakteristik api yaitu (Grigoros, 2013) :

a. Tingkat Keparahan Api

Untuk mengetahui kemungkinan tingkat keparahan api yang terjadi pada bangunan, maka diperlukan identifikasi terhadap bahan bakar yang terdapat pada bangunan, berikut adalah nilai pembakaran (ΔH_c) dari beberapa bahan bakar yang umum :

Tabel 2. 12 Nilai Pembakaran

Bahan Bakar	ΔH_c (MJ/kg)
Bensin	44
Kain	19
Kapas	18
Biji-bijian	17
Kulit	19
Kertas/Kardus	17
Lilin	47
Kayu	18
Lemak	41
Polyesther	31
Polyethylene	44

Sumber : Grigoros, 2013

b. Tingkat Pertumbuhan Api

Setelah api berhasil menyala, maka selanjutnya api akan mulai tumbuh. Tingkat pertumbuhan api akan bergantung pada jenis proses pembakaran, kondisi ventilasi dan interaksi dengan lingkungan sekitarnya. Jumlah panas dan asap yang dihasilkan selama tahap pertumbuhan api hingga mencapai *flashover* sangat penting untuk mengevaluasi keselamatan kebakaran dalam gedung. Pendekatan yang sering digunakan untuk memprediksi tingkat perkembangan api adalah t-square, berikut adalah perkiraan tingkat pertumbuhan api berdasarkan jenis bangunan :

Tabel 2. 13 Tingkat Pertumbuhan Api

Tingkat Pertumbuhan Api	Waktu Pertumbuhan Api (detik)	Jenis Bangunan
Lambat	600	Galeri seni, Area transportasi publik, gudang dengan sedikit material yang mudah terbakar
Sedang	300	Permukiman, Kamar rumah sakit, Kamar hotel, Lobi

Cepat	150	hotel, Kantor, Ruang kelas, Gudang penyimpanan kasur
Sangat cepat	75	Pusat perbelanjaan, Teater, Bioskop, Perpustakaan, Gudang penyimpanan surat, plastik dan kayu
Sumber : Grigoras, 2013		Pabrik kimia, Gudang penyimpanan cairan alkohol

c. Tahap Berkembang Sepenuhnya

pada tahap ini, laju pelepasan panas (HRR) telah mencapai puncaknya, untuk menentukan puncak laju pelepasan panas dapat berdasarkan jenis bangunan atau jenis bahan bakar.

Tabel 2. 14 HRRPUA Berdasarkan Jenis Bangunan

Jenis Bangunan	HRRPUA (MW/m ²)
Permukiman, Rumah sakit, Hotel, Kantor, Kelas, Pusat perbelanjaan dan Area transportasi publik	2.50
Perpustakaan, Bioskop, Teater	5.00

Sumber : Grigoras, 2013

2.6 Required Safe Egress Time (RSET)

Required Safe Egress Time adalah waktu ketika api mulai terdeteksi hingga seluruh penghuni gedung berhasil mencapai area aman. RSET sangat dipengaruhi oleh faktor perilaku dan faktor fisik manusia.

2.6.1 Perilaku Penghuni saat Keadaan Darurat

Terdapat beberapa asumsi tentang perilaku manusia pada saat evakuasi yang sering digunakan oleh perencana bangunan, pemadam kebakaran dan orang – orang yang bertanggung jawab terhadap evakuasi. Asumsi – asumsi ini banyak digunakan dalam perhitungan dimensi jalur evakuasi yaitu (Tubb and Meacham ,2007) :

a. Keterlambatan evakuasi

Asumsi pertama yang sering digunakan adalah penghuni bangunan akan segera melakukan evakuasi padahal, penghuni masih melakukan aktivitas lainnya walaupun sudah mendengar bunyi alarm. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keterlambatan evakuasi antara lain :

1. Pengenalan bunyi alarm dan identifikasi ancaman
2. Penilaian kebenaran alarm
3. Pengetahuan terhadap ancaman yang dapat terjadi
4. Kebutuhan informasi dan orientasi
5. Komitmen terhadap aktivitas lainnya

b. Berjalan melewati asap

Asumsi kedua adalah bahwa penghuni tidak akan berjalan melalui sirkulasi yang dipenuhi asap. Akan tetapi berdasarkan penelitian, penghuni akan tetap berjalan melalui sirkulasi yang penuh dengan asap walaupun hal tersebut akan memperburuk kondisi karena apabila terlalu banyak menghirup asap dapat menyebabkan hilangnya kesadaran. Alasan beberapa penghuni memilih melewati asap antara lain :

1. Menolong penghuni lainnya
 2. Berusaha memadamkan api
 3. Rasa keingintahuan
- c. Tidak menggunakan jalur evakuasi terdekat

Asumsi ketiga adalah penghuni akan menggunakan semua jalur evakuasi yang tersedia dengan seimbang. Akan tetapi penghuni justru memilih keluar melalui jalur umum atau jalur keluar terdekat. Ada beberapa alasan penghuni tidak menggunakan jalur evakuasi darurat antara lain :

1. Tidak terbiasa menggunakan jalur evakuasi
2. Hambatan pada jalur evakuasi

Desain sirkulasi evakuasi memanfaatkan perhitungan digital dan manual untuk menghitung waktu evakuasi akan tetapi dalam perhitungan tersebut, perilaku penghuni sering diabaikan sehingga desain yang dihasilkan akan menjadi tidak maksimal atau bahkan menjadi berlebihan sehingga untuk menghasilkan desain sirkulasi evakuasi yang sesuai maka dibutuhkan prediksi mengenai perilaku penghuni pada saat kebakaran. Dalam keadaan darurat saat terjadi bencana kebakaran, terdapat beberapa proses yang dilakukan penghuni sebelum mengambil tindakan antara lain (Kuligowski :2009) :

- a. Melihat petunjuk

Pada fase pertama, penghuni akan menerima informasi dari lingkungannya baik berupa informasi fisik maupun informasi sosial. Contoh dari informasi fisik yang diterima penghuni antara lain api, asap, pecahan kaca dan alarm peringatan sedangkan informasi sosial meliputi tindakan penghuni bangunan lainnya dan juga pemberitahuan dari petugas gedung

- b. Menafsirkan situasi dan resiko

Pada fase ini, penghuni akan memproses informasi yang didapatkan dari fase pertama kemudian penghuni menafsirkan situasi dalam bangunan dan resiko terhadap dirinya.

c. Membuat keputusan

Pada fase ini, penghuni mulai memutuskan tindakan yang akan dilakukan berdasarkan penafsiran resiko dan situasi didalam bangunan

d. Melakukan tindakan

Pada fase ini penghuni mulai melakukan tindakan sesuai keputusan yang telah diambil pada fase sebelumnya

Berdasarkan *National Institute of Standart and Technology* (NIST), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penafsiran resiko dan perilaku evakuasi yaitu :

a. Faktor situasional

Faktor situasional merupakan aspek – aspek yang mempengaruhi persepsi resiko dan evakuasi yang berasal dari lingkungan penghuni. Aspek – aspek itu antara lain :

- Peringatan kebakaran

Peringatan kebakaran dalam jumlah yang lebih besar, lebih dekat dan lebih intens akan menghasilkan persepsi akan bahaya yang lebih tinggi selain itu peringatan kebakaran harus memberikan informasi yang jelas dan tidak ambigu.

- Kedekatan bahaya

Kedekatan bahaya mengacu pada jarak penghuni terhadap sumber bahaya. Semakin dekat dengan sumber bahaya maka semakin tinggi resiko bahaya yang dirasakan.

- Konteks

Secara umum, konteks diartikan sebagai keadaan umum suatu peristiwa. Konteks dapat mempengaruhi kesiapsiagaan, kewaspadaan, dan interpretasi peringatan kebakaran misalnya pada saat acara publik, tempat kerja, atau rumah tinggal.

- Kredibilitas informasi

Kredibilitas informasi mengacu pada tingkat kredibilitas sumber informasi. Apabila sumber informasi berasal dari organisasi atau pemerintah yang memiliki kredibilitas tinggi maka tingkat resiko yang dirasakan lebih rendah sebaliknya apabila sumber informasi berasal dari orang lain yang tingkat kredibilitasnya lebih rendah maka tingkat resiko yang dirasakan lebih rendah.

b. Faktor Individu

Faktor individu mengacu pada aspek – aspek yang berasal dari dalam diri tiap orang yang mempengaruhi persepsi terhadap bahaya dan evakuasi. Aspek – aspek tersebut antara lain :

- Jenis kelamin
Wanita memiliki tingkat penafsiran resiko lebih tinggi daripada laki – laki. Hal ini disebabkan karena laki – laki cenderung terlibat dalam kegiatan yang beresiko.
- Usia
Orang dengan usia lebih tua cenderung memiliki persepsi bahaya yang lebih tinggi daripada orang dengan usia yang lebih muda hal ini disebabkan oleh pengalaman menghadapi bahaya yang sudah dihadapi dan juga dikarenakan perubahan terhadap kondisi fisik sehingga orang tua lebih berhati – hati.
- Pengalaman
Pada orang yang memiliki pengalaman terhadap keadaan kebakaran, maka tingkat resiko yang dirasakan akan lebih tinggi sehingga waktu penundaan evakuasi pada orang tersebut akan lebih singkat dibandingkan orang yang tidak pernah berada dalam situasi kebakaran.
- Pelatihan
Pada orang yang terlatih menghadapi keadaan darurat dapat mengenali ancaman lebih sering dan efisien dibandingkan orang biasa sehingga mempengaruhi tingkat kesiapan dan kewaspadaan dalam menanggapi peringatan kebakaran.
- Pengetahuan tentang bahaya
Pengetahuan tentang bahaya terkait dengan jenis bahaya tertentu yang terjadi pada suatu peristiwa dan respon yang tepat dalam menghadapi bahaya tersebut
- Keterikatan dengan harta benda
Keterikatan dengan harta benda mampu menurunkan perspsi bahaya yang dirasakan oleh seseorang misalnya, pada kasus evakuasi pada kantor, beberapa penghuni kembali ke meja mereka untuk mengamankan barang – barang pribadi atau dokumen penting.
- Kondisi emosi
Kondisi emosi dapat mempengaruhi proses pengolahan peringatan bahaya. Pada orang dengan tingkat kecemasan yang tinggi, kemampuan kognitif orang tersebut berkurang, pada orang yang ketakutan, persepsi bahaya yang dirasakan lebih tinggi dibandingkan orang dalam keadaan marah yang persepsi terhadap bahayanya lebih rendah.
- Kemampuan kognitif

Kemampuan kognitif mengacu pada kemampuan untuk memahami peringatan kebakaran. Beberapa gangguan kognitif seperti demensia dapat mengurangi kemampuan seseorang memahami peringatan kebakaran dan resiko yang sedang dihadapi.

- Pengolahan informasi

Informasi yang dapat dengan mudah diproses dapat menghasilkan tingkat kewaspadaan terhadap bahaya yang lebih tinggi.

2.6.2 Perhitungan RSET

Dalam memperhitungkan RSET, terdapat 4 waktu yang harus dipertimbangkan yaitu (CFPA-E Guideline 2009) :

- a. Waktu deteksi

Apabila menggunakan sistem otomatis, waktu deteksi bergantung kepada tingkat kepekaan sistem tersebut. Apabila tidak terdapat sistem otomatis maka perkiraan waktu deteksi dapat diperkirakan berdasarkan faktor berikut :

- Karakteristik penghuni, faktor sensorik, dan aktivitas
- Karakteristik bangunan
- Karakteristik api

- b. Waktu Alarm

Berdasarkan CFPA-E guideline tahun 2009, terdapat 3 macam level alarm yaitu :

- Level A1

Bangunan dilengkapi dengan sistem otomatis sehingga pada saat api terdeteksi, maka sistem akan mengaktifkan alarm yang berada diseluruh bangunan. Waktu yang dibutuhkan dari deteksi ke alarm adalah nol

- Level A2

Bangunan dilengkapi oleh sistem otomatis akan tetapi alarm tidak secara otomatis aktif setelah api terdeteksi. Pada saat api terdeteksi, sistem akan memberi pemberitahuan kepada manajemen bangunan sehingga dapat dievaluasi area yang butuh dievakuasi. Waktu yang dibutuhkan berkisar antara 2-5 menit.

- Level A3

Bangunan menggunakan sistem alarm manual yang diletakkan didalam gedung. Perkiraan waktu hingga alarm dibunyikan, bergantung kepada skenario kebakaran, karakteristik penghuni dan tanggung jawab manajemen bangunan.

c. *Pre-Movement Time*

- Tahap Pengenalan

Adalah waktu antara saat alarm berbunyi dan penghuni mulai memberikan respon. Tahapan ini dibagi menjadi 2 yaitu tahap penerimaan alarm pada saat penghuni menerima peringatan dan tahap pengolahan informasi setelah penghuni menerima peringatan.

- Tahap Respon

Adalah waktu dari tahap pengenalan alarm hingga pengambilan keputusan sebelum melakukan evakuasi. Terdapat beberapa contoh aktivitas yang dilakukan penghuni pada tahap ini antara lain :

- Mencari petunjuk
- Mematikan mesin atau mengamankan harta
- Mencari anggota keluarga
- Mencoba memadamkan api
- Mencari pintu keluar
- Memberi peringatan kepada orang lain

Skenario perilaku dapat digunakan untuk memprediksi waktu yang dibutuhkan oleh penghuni sebelum melakukan evakuasi. Berikut adalah 4 elemen skenario perilaku :

1. Kondisi Penghuni

Kondisi penghuni antara lain pengenalan penghuni terhadap bangunan dan penghuni dalam keadaan terjaga atau tertidur.

2. Sistem alarm

Sistem alarm dibagi menjadi 3 yaitu A1, A2, dan A3.

3. Kompleksitas bangunan

Kompleksitas bangunan dibagi menjadi 3 yaitu :

B1 : Bangunan berlantai 1 dengan denah sederhana dan memiliki sedikit ruang sehingga memiliki akses visual yang mudah. Jarak menuju pintu keluar dekat yang langsung mengarah menuju ruang terbuka. Contoh bangunan : supermarket

B2 : Bangunan berlantai banyak dengan denah sederhana dan memiliki beberapa ruangan. Contoh bangunan : kantor

B3 : Bangunan besar yang kompleks dengan beberapa bangunan pada lahan sehingga kemungkinan penghuni kesulitan menemukan pintu keluar. Contoh bangunan : Bandara dan pusat perbelanjaan.

4. Manajemen keselamatan bangunan

M1 : staff dan penghuni telah mendapatkan pelatihan. Jumlah staff terlatih. Selain itu, level M1, juga bisa digunakan untuk bangunan yang memiliki level bangunan B1 atau B2 dengan sistem alarm A1.

M2 : memiliki jumlah staff terlatih lebih sedikit dengan level bangunan B2 dan B3 dan alarm level A2.

M3 : memiliki fasilitas keselamatan minimal, dengan level bangunan B3 dan sistem alarm A3.

Tabel 2. 15 *Pre - movement time 1*

Kondisi penghuni	Kategori	<i>Pre – movement time (menit)</i>
Terjaga dan mengenali bangunan	M1, B1 – B2, A1 – A2	1
	M2, B1 – B2, A1 – A2	2
	M3, B1 – B2, A1 – A2	> 15
Terjaga dan tidak mengenali bangunan	M1, B1, A1 – A2	2
	M2, B1, A1 – A2	3
	M3, B1, A1 – A3	> 15

Selain menggunakan skenario perilaku, untuk memperkirakan pre-movement time dapat juga berdasarkan jenis bangunannya dan sistem alarm yang digunakan dalam bangunan tersebut

Tabel 2. 16 *Pre-Movement Time 2*

Jenis Bangunan		Kondisi Penghuni	W1 (menit)	W2 (menit)	W3 (menit)
Kantor, Komersial dan Industri, Pendidikan	Bangunan dan Fasilitas	Terjaga, mengenal bangunan, sistem alarm dan prosedur evakuasi	< 1	3	> 4
Pertokoan, gedung olahraga dan gedung pertemuan	gedung	Terjaga, tidak mengenal bangunan, sistem alarm, dan prosedur evakuasi	< 2	3	> 6
Asrama, Permukiman		Tertidur, mengenal bangunan, sistem alarm dan prosedur evakuasi	< 2	4	> 5
Hotel		Tertidur, mengenal bangunan, sistem alarm dan prosedur evakuasi	< 2	4	> 6
Rumah sakit dan Fasilitas Kesehatan		Beberapa penghuni memerlukan bantuan untuk evakuasi	< 3	5	> 8

Sumber : CFPA-E Guidelines 2009

Keterangan :

W1 : Sistem peringatan kebakaran disampaikan secara langsung ke seluruh penghuni bangunan oleh petugas pada ruang kontrol dan terdapat staff telah terlatih menghadapi situasi evakuasi

W2 : Sistem peringatan merupakan rekaman suara dan terdapat staff terlatih menghadapi situasi evakuasi

W3 : Sistem peringatan berupa alarm kebakaran dengan staff yang tidak terlatih.

Untuk ruangan besar yang memungkinkan penghuni untuk melihat asap dengan jelas pada saat kebakaran maka, waktu yang digunakan adalah W2.

d. Waktu Tempuh

Pergerakan manusia merupakan elemen penting pada perhitungan waktu evakuasi. Waktu pergerakan dihitung saat penghuni mulai mengungsi hingga semua penghuni mencapai tempat aman. Untuk mengetahui waktu evakuasi perlu mengetahui data – data berikut ini :

- Kecepatan berjalan
- Perilaku penghuni dalam bangunan
- Jumlah penghuni dalam ruangan
- Jumlah penghuni yang akan menggunakan jalur evakuasi
- Jumlah jalur keluar yang tidak dapat digunakan
- Aliran penghuni menuju jalur keluar
- Aliran penghuni pada pintu keluar
- Pembagian pintu keluar pada tiap zona

Nelson dan MacLennan menjelaskan hubungan antara kecepatan dan densitas dengan rumus berikut :

$$S = K - (a K D)$$

Keterangan : S : Kecepatan (m/s)
 K : Konstanta
 a : Kecepatan berjalan (0,266 m/s)
 D : Densitas per unit

Tabel 2. 17 Nilai Konstanta Persamaan Nelson dan

Elemen Jalur Evakuasi		K
Koridor, Ramp, Pintu		1,40
Tangga		
Tinggi anak tangga (inci)	Kedalaman anak tangga (inci)	
7,5 (272 mm)	10 (254 mm)	1,00
7,0 (190 mm)	11 (279 mm)	1,08
6,5 (165 mm)	12 (305 mm)	1,16
6,5 (165 mm)	13 (330 mm)	1,23

Kemudian *Specific flow* (F_s) digunakan untuk mengetahui jumlah orang yang melewati titik lebar efektif pintu atau lorong :

$$F_s = S D$$

Keterangan : F_s : *Specific flow* (org/m/s)
 S : Kecepatan gerak (m/s)
 D : Densitas per Unit

Kemudian *Flow Capacity* untuk mengetahui jumlah orang yang melewati pintu keluar tiap detik

$$F_c = F_s \cdot W$$

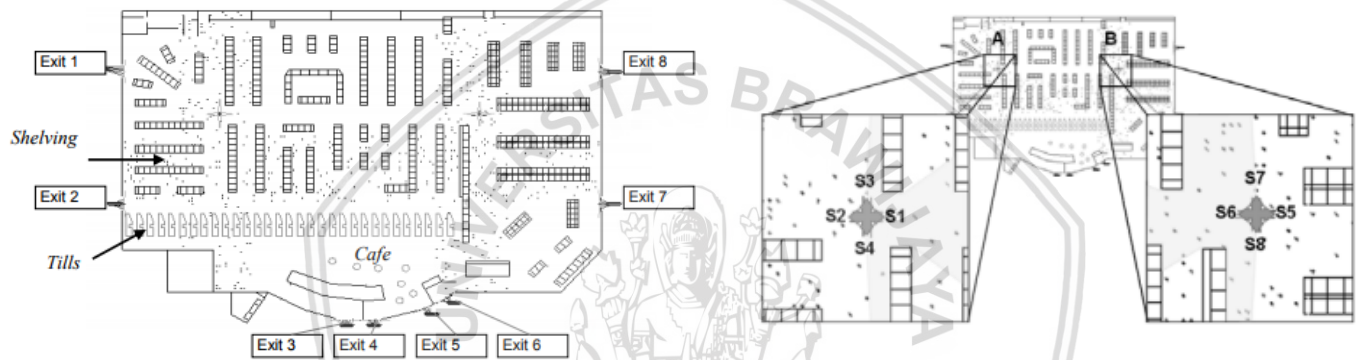
Keterangan : F_c : Flow Capacity (org/s)
 F_s : Specific Flow (org/ m/s)
 W : Lebar efektif (m)

2.7. Sirkulasi Evakuasi

2.7.1 Signage

Dalam evakuasi, *signage* adalah salah satu elemen penting bagi penghuni untuk menemukan area aman atau jalur keluar dari gedung. Dengan adanya *signage* penghuni mendapatkan informasi tambahan untuk menemukan lokasi yang dituju. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keefektifan *signage* antara lain faktor fisik, kognitif dan psikologi manusia kemudia faktor jarak pandang yang dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan, asap dan gas. (Xie, H dkk,2009).

Dalam penelitian yang dilakukan dengan menggunakan software EXODUS, peneliti menggunakan layout dari supermarket yang sirkulasi didalamnya terbentuk dari susunan rak dengan tinggi 2,5 meter, pada bangunan terdapat total 4 pintu keluar darurat yang berada pada bagian kanan dan kiri ruangan serta 4 pintu keluar umum dan lebar tiap pintu adalah 2,5 meter. Terdapat 2 set signage yang dipasang dalam bangunan. Set pertama berjumlah 4 buah yang dipasang diatas tiap pintu darurat dan 4 buah yang dipasang pada pintu keluar utama dan set kedua berjumlah 8 buah yang dipasang lorong utama. Tiap signage menunjukkan semua posisi pintu keluar darurat yang berada pada bangunan. Masing – masing signage dipasang pada ketinggian 2,2 meter dari permukaan lantai



Simulasi dilakukan dalam 4 skenario yaitu :

1. Penghuni bangunan menggunakan hanya pintu keluar utama saja tanpa memperhatikan semua informasi pada signage. Penghuni tidak mengetahui layout bangunan.
2. Penghuni menggunakan semua jalur keluar yang tersedia tanpa memperhatikan informasi pada signage. Pada skenario ini semua penghuni memahami layout bangunan.
3. Pengetahuan penghuni sama seperti skenario pertama hanya saja saat ini semua signage yang ada dimanfaatkan untuk mendapatkan informasi dengan kemungkinan signage 100% terlihat oleh penghuni.
4. Sama seperti skenario 3 hanya saja kemungkinan signage terlihat oleh penghuni adalah 38%.

Berdasarkan simulasi yang dilakukan sebanyak 10 kali maka hasil yang didapatkan adalah seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 18 Hasil Pengujian Pengaruh Siganage oleh Xie H dkk

Skenario	Total	waktu	Rata-rata	waktu	Rata – rata waktu	Rata-rata	jarak
----------	-------	-------	-----------	-------	-------------------	-----------	-------

	evakuasi (s)	evakuasi individu (s)	tunggu (s)	yang ditempuh (m)
1	183,7 ± 9,1	72,2 ± 1,2	38,3 ± 1,2	42,5 ± 0,1
2	81,6 ± 1,3	31,2 ± 0,4	12,4 ± 0,4	22,9 ± 0,1
3	97,9 ± 6,5	35,9 ± 0,8	12,9 ± 0,8	28,3 ± 0,2
4	147,3 ± 14,2	53,4 ± 2,6	24,3 ± 2,2	36,2 ± 0,8

Berdasarkan hasil penelitian tersebut pada skenario 3 dan 4 saat penghuni melihat informasi pada signage, maka total waktu evakuasi yang dicapai lebih cepat dibandingkan dengan skenario 1 yang menggunakan pintu masuk utama tanpa melihat informasi pada signage sehingga dapat disimpulkan bahwa peletakan signage pada bangunan dengan layout yang kompleks dapat membantu mempercepat proses evakuasi penghuni.

Signage dipasang sepanjang koridor bangunan untuk mengarahkan penghuni pada pintu keluar terdekat berikut adalah contoh penempatan signage pada bangunan :



Ukuran signage memberikan pengaruh terhadap jarak signage dapat terlihat oleh penghuni, berikut adalah contoh ukuran signage dan jarak pandang yang dihasilkan :

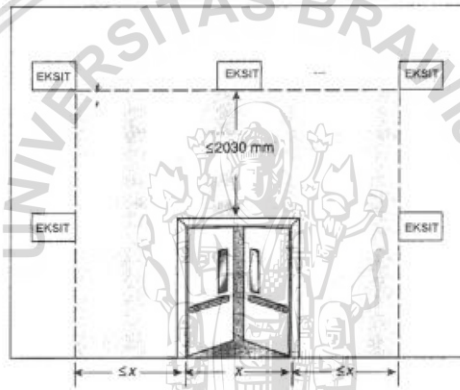


Selain ukuran dan peletakan, pencahayaan juga mempengaruhi kemampuan penghuni untuk melihat signage. Berdasarkan standard nfpa, signage dilengkapi dengan pencahayaan eksternal minimal 58,3 lux.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 26-PRT-M-2008, sarana jalan keluar harus diberi penanda agar penghuni dapat mudah mengidentifikasi jalur tersebut sebagai

eksit. Berikut adalah persyaratan penanda sarana jalan keluar berdasarkan PERMEN PU no 26-PRT-M-2008 dan SNI 03-6574-2001 :

1. Peletakan tiap tanda eksit pada koridor tidak melebihi jarak pandang atau tiap penanda memiliki jarak maksimal 30 meter dengan pencahayaan minimal 50 lux.
2. Untuk penanda yang dipasang dekat dengan permukaan lantai, jarak penanda lebih dari 15 cm dan kurang dari 20 cm diukur dari permukaan lantai
3. Untuk penanda pintu keluar, jarak penanda maksimal 20 cm dari ujung pintu dan penanda yang diletakkan secara horizontal pada sisi pintu memiliki jarak yang tidak lebih lebar dari lebar bukaan.



Gambar 2 1 Letak tanda darurat pada pintu
(sumber : PERMEN PU no 26-PRT-M-2008)

4. Ukuran tanda arah yang digunakan memiliki tinggi huruf minimal 15 cm dengan ketebalan huruf 2 cm dan harus dengan jelas terbaca “EKSIT” atau kata lainnya untuk memberikan petunjuk akses eksit.



Gambar 2 2 Ukuran huruf untuk penanda eksit
(Sumber : SNI 03-6574-2001)

2.7.2 Koridor dan Tangga darurat

Terdapat beberapa tahapan untuk menentukan lebar jalur evakuasi yaitu (Shen,2012) :

1. Identifikasi jenis bangunan dan luas area
2. Evaluasi jalur sirkulasi yang sudah ada
3. Tentukan lantai terbesar
4. Identifikasi pengguna lantai terbesar
5. Alokasi area per penghuni
6. Hitung beban okupansi
7. Tentukan jumlah minimal pintu keluar
8. Hitung beban penghuni per pintu keluar
9. Perkiraan lebar per penghuni di bagian koridor, tangga dan pintu
10. Hitung lebar minimal yang dibutuhkan
11. Tetapkan jumlah pintu berdasarkan jenisnya.

Berikut adalah tabel beban okupansi dan lebar dimensi koridor berdasarkan jenis bangunan (Juwana,2008)

Tabel 2. 19 Tabel Beban Okupansi

Jenis Bangunan	Beban okupansi (m ² /org)	Lebar Koridor/Tangga (mm/org)
Pertemuan dengan kursi	Sejumlah kursi	9,2
Pertemuan	0,75	9,2
Pertemuan (terbuka)	0,40 berdiri 0,60 duduk	2,4
Institusi (tertutup)	11,6	18,4
Rumah sakit	10,0	18,4
Hunian	4,5	9,2
Perkantoran	9,3 umum 4,6 pribadi	9,2
Komersial	3,7 basement 5,6 lantai lain	9,2
Gedung Parkir	46,0	9,2

Sumber : Panduan Sistem Bangunan Tinggi

Berdasarkan *International Building Code* tahun 2006 berikut adalah tabel beban okupansi dan lebar koridor :

Tabel 2. 20 Beban Okupansi Berdasarkan International Building Code 2006

Fungsi Bangunan	Beban Okupansi (sr ft/org)	Lebar tangga		Lebar koridor	
		Dengan sprinkler (inci/org)	Tanpa sprinkler (inci/org)	Dengan sprinkler (inci/org)	Tanpa sprinkler (inci/org)
Bisnis	100	0,2	0,3	0,15	0,2
Edukasi	20 (ruang kelas)	0,2	0,3	0,15	0,2
Pertemuan	5 (berdiri)	0,2	0,3	0,15	0,2
Asrama	50	0,2	0,3	0,15	0,2
Perpustakaan	50(ruang baca)	0,2	0,3	0,15	0,2
Dapur	200 (komersial)	0,2	0,3	0,15	0,2
Rumah sakit	240 (rawat inap)	0,3	NA	0,2	NA
	100 (rawat jalan)	0,3	NA	0,2	NA
	120 (kamar)	0,3	NA	0,2	NA
Perdagangan	60 (lantai lain)	0,2	0,3	0,15	0,2
	30 (basemen)	0,2	0,3	0,15	0,2
	300 (gudang)	0,2	0,3	0,15	0,2
Parkir	200	0,2	0,3	0,15	0,2

International Building Code 2006

Ket : NA = *Not Applicable*

Dan berikut adalah beban okupansi dan lebar tangga dan koridor untuk bangunan perdagangan berdasarkan NFPA 101 : *life safety code* edisi 2012 :

Tabel 2. 21 Beban Okupansi Berdasarkan NFPA 101 : Life Safety Code

Fungsi Bangunan (Perdagangan)	Beban Okupansi (m ² /org)	Lebar tangga (mm/org)	Lebar koridor (mm/org)
Area penjualan berada di lantai jalanan	2,8	7,6	5
Area penjualan berada di dua atau lebih lantai jalanan	3,7	7,6	5
Area penjualan dibawah lantai jalanan	2,8	7,6	5
Area penjualan diatas lantai jalanan	5,6	7,6	5
Kantor pengelola	9,3	7,6	5
Gudang penyimpanan	27,9	7,6	5

Sumber : NFPA 101 : *Life Safety Code* 2012

Kemudian berdasarkan PERMEN PU/no.26/PRT/M/2008 berikut adalah persyaratan lebar koridor dengan pertimbangan beban hunian pada lantai bangunan :

Tabel 2. 22 kapasitas lebar tangga dan koridor PERMEN PU no.26

Fungsi Bangunan	Lebar tangga (mm/org)	Lebar ram/koridor (mm/org)
Rumah perawatan	10	5
Pelayanan kesehatan (sprinkler)	7,6	5
Pelayanan kesehatan	15	13
Isi berisko tinggi	18	10
Lain-lain	7,6	5

Sumber : PERMEN PU/no.26/PRT/M/2008

Dalam perhitungan lebar koridor untuk kebutuhan evakuasi, jumlah penghunni yang bangunan yang melalui koridor dibagi dengan jumlah akses eksit yang tersedia pada lantai bangunan.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah jarak tempuh menuju pintu darurat, berikut adalah tabel jarak tempuh yang aman menuju pintu darurat berdasarkan panduan sistem bangunan tinggi

Tabel 2. 23 Jarak Tempuh Jalur Evakuasi Berdasarkan Panduan Sistem Bangunan Tinggi

Fungsi	Batasan Lorong Buntu (m)	Jarak Tempuh Maksimal	
		Tanpa Sprinkler (m)	Dengan Sprinkler (m)
Pendidikan	6	45	70
- Sistem terbuka	TP	45	70
- Sistem fleksibel	TP	45	70
Kesehatan			
- Bangunan baru	9	30	45
- Kondisi yang ada	TP	30	45
Hunian			
- Hotel	10	30	45
- Asrama	0	30	45
- Rumah tinggal	TP	TP	TP
Komersial			
- Pengunjung >100 org	15	30	45
- Ruang terbuka	0	TP	TP
- Mal tertutup	15	70	90
- Perkantoran	15	70	90

Sumber : Panduan Sistem Bangunan Tinggi

Sedangkan berdasarkan *International Building Code* tahun 2006, berikut adalah tabel jarak tempuh yang aman menuju pintu darurat:

Tabel 2. 24 Jarak Tempuh Jalur Evakuasi Berdasarkan International Building Code 2006

Fungsi Bangunan	Jarak Tempuh Maksimal	
	Tanpa Sprinkler (feet)	Dengan Sprinkler (feet)
A,E,F-1,I-1,S-1,M,R	200	250
B	200	300
F-2,S-2,U	200	400
H-1	Tidak Diiijinkan	75
H-2	Tidak Diiijinkan	100
H-3	Tidak Diiijinkan	150
H-4	Tidak Diiijinkan	175
H-5	Tidak Diiijinkan	200
I-2, I-3, I-4	150	200

Sumber : International Building Code 2006

Keterangan :a.

i. Pertemuan (A 1-5)

ii. Bisnis (B)

iii. Pendidikan (E)

iv. Pabrik dan Industri (F 1-2)

v *High Hazard* (H 1-5)

vi. Kesehatan (I 1-5)

vii. Perdagangan (M)

viii. Hunian (R 1-4)

ix. Ruang penyimpanan (S 1-2)

x. Utilitas (U)

b. 1 kaki = 304,8 mm

sedangkan berdasarkan NFPA 101 : Life Safety Code, berikut adalah jarak tempuh maksimal berdasarkan jenis bangunan :

Tabel 2. 25 Jarak Tempuh Jalur Evakuasi Berdasarkan NFPA 101 : Life Safety Code

Fungsi Bangunan	Jarak Tempuh Maksimal	
	Tanpa Sprinkler (feet)	Dengan Sprinkler (feet)
Pertemuan	150	250
Pendidikan	150	200
Fasilitas kesehatan	NA	200
Hotel	175	325
Apartemen	175	325
Perdagangan	150	250
Mall	150	400
Bisnis	200	300
Industri (umum)	200	250

Sumber : NFPA 101 : *Life Safety Code* 2012

Kemudian berdasarkan PERMEN PU/no.26/PRT/M/2008 berikut adalah jarak tempuh maksimal menuju tangga darurat untuk hunian perdagangan :

Tabel 2. 26 Jarak tempuh evakuasi berdasarkan PERMEN PU no.26

Jenis Bangunan	Batas jarak tempuh	
	Tanpa sprinkles (m)	Sprinkler
Hunian perdagangan Baru	45	76
Hunian perdagangan yang sudah ada	45	76
Hunian perdagangan udara terbuka	Tidak ada	Tidak ada
Mall baru	45	91
Mall yang sudah ada	45	91

Sumber : PERMEN PU/no.26/PRT/M/2008

Jumlah jalur evakuasi yang disediakan dapat ditentukan berdasarkan jumlah penghuni bangunan pada tiap lantai bangunan. Berikut adalah tabel jumlah jalur evakuasi berdasarkan *International Building Code* tahun 2006 dan NFPA 101 : *Life Safety Code*

Tabel 2. 27 Jumlah Jalur Evakuasi Berdasarkan Jumlah Penghuni

Jumlah Penghuni Per Lantai	Jumlah Jalur Evakuasi Per Lantai
1 – 500	2
501 – 1000	3
> 1000	4

Sumber : NFPA 101 : *Life Safety Code* 2012

Jumlah jalur evakuasi berdasarkan PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008 juga sama dengan standar NFPA dan IBC yaitu untuk jumlah penghuni 500 – 1000 orang terdapat 3 jalan keluar sedangkan untuk penghuni lebih dari 1000 orang dibutuhkan 4 jalan keluar dari dalam bangunan.

Pada bangunan bertingkat tinggi, dibutuhkan tangga darurat sebagai jalur evakuasi vertikal. Berikut adalah persyaratan tangga darurat berdasarkan Panduan Sistem Bangunan Tinggi :

a. Dimensi Tangga Darurat

Anak tangga memiliki tinggi 10,2 – 17,8 cm, kedalaman anak tangga 27,9 cm. pada anak tangga juga dilengkapi pegangan dengan jarak 76 – 78 cm dari permukaan anak tangga. Kemiringan anak tangga maksimal 35°

b. Pintu pada tangga darurat terbuka ke arah dalam tangga, kecuali pintu pada lantai dasar yang terbuka ke arah luar. Sedangkan untuk basement tangga turun dari lantai 1 dan tangga naik dari basement harus diberi sekat

c. Jarak maksimal antara pintu keluar pada koridor tanpa sprinkler adalah 30 meter sedangkan pada koridor dengan sprinkler adalah 45 meter. Lebar tangga kebakaran minimal adalah 120 cm.

Berdasarkan SNI terdapat beberapa persyaratan untuk dimensi tangga darurat pada bangunan yaitu memiliki lebar bersih 110 cm atau 90 cm apabila total beban hunian kurang dari 50 orang, ketinggian anak tangga maksimum adalah 18 cm dan minimal 10 cm dengan kedalaman anak tangga minimal 28 cm.

Berdasarkan *International Building Code* tahun 2006, tangga darurat harus memiliki lebar minimal 44 inci (1118 mm). Akan tetapi berdasarkan penelitian Jake L Paul (2007) tentang lebar tangga evakuasi, ketentuan lebar tangga 44 inci masih kurang efektif. Dalam hasil penelitiannya ditemukan bahwa lebar tangga 1400 mm – 1750 mm lebih baik untuk evakuasi. Kemudian, tinggi tiap anak tangga minimal 4 inci (10,2 cm) dan maksimal 7 inci (18 cm) dan kedalaman anak tangga minimal 11 inci (27,9 cm) hal ini kemudian didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Richard W Bukowski (2009) bahwa dengan kedalaman 11 inci (27,9 cm) pada anak tangga dapat mengakomodasi 95 % bagian kaki, kemudian tinggi anak tangga antara 6,3 – 7,2 inci (16 cm – 18,3 cm) memiliki kemungkinan lebih kecil bagi pengguna untuk tergelincir. Kemudian tangga darurat perlu dilengkapi oleh pegangan tangan yang apabila diukur dari anak tangga memiliki tinggi tidak kurang dari 34 inci (86,4 cm) dan tidak lebih dari 38 inci (96,5 cm) selain itu, tangga darurat juga dilengkapi dengan rel pegangan tangan dengan tinggi 86 cm – 96 cm dari permukaan anak tangga.

2.7.3 Alarm kebakaran

Sistem alarm kebakaran memiliki 4 fungsi utama dalam proses evakuasi antara lain (Proulx :2007) :

1. Memperingatkan penghuni bangunan bahwa telah terjadi kebakaran
2. Memberikan peringatan supaya penghuni segera melakukan tindakan
3. Memulai proses evakuasi
4. Menyediakan waktu yang cukup untuk evakuasi

Berdasarkan *British Standart* BS5839 sistem alarm kebakaran dibagi menjadi 3 klasifikasi yaitu :

1. Alarm kebakaran kategori P

Alarm kebakaran kategori P dibagi menjadi 2 klasifikasi yaitu p1 dan p2, sistem alarm kategori P di desain untuk proteksi terhadap properti. Tujuan utama alarm ini adalah memberikan peringatan bahaya api secepat mungkin untuk meminimalisir waktu pada saat api menyala dan petugas kebakaran mencapai lokasi. Sistem p1 digunakan untuk perlindungan seluruh bangunan sedangkan p2 digunakan hanya untuk area tertentu pada bangunan misalnya area dengan resiko kebakaran yang tinggi.

2. Alarm kebakaran kategori L

Alarm kebakaran kategori L dibagi menjadi 5 klasifikasi yaitu L1-L5. Sistem alarm kategori L di desain mengutamakan keselamatan penghuni. Bunyi yang dihasilkan alarm adalah 65dB (A) dan 75 dB(A) untuk area kamar tidur untuk mengantisipasi apabila ada penghuni yang tidur.

3. Alarm kebakaran kategori M

Alarm kebakaran kategori M hanya menggunakan sistem operasional manual dengan menggunakan call points pada tiap pintu keluar dan koridor dengan jarak antara call point maksimal 45 m.

Berikut adalah jenis – jenis alarm kebakaran yang umum digunakan pada bangunan antara lain :

1. *Heat detector*

Adalah jenis sensor yang mendeteksi kenaikan panas dalam ruangan. Sensor detektor panas akan secara otomatis membunyikan alarm kebakaran apabila panas dalam ruangan terdeteksi kenaikan suhu yang tinggi yaitu 8°C per menit. area deteksi sensor panas mencapai 50 m² apabila diletakkan pada ketinggian 4 m.

2. *Fix temperature*

Jenis sensor ini masuk dalam golongan heat detector akan tetapi bedanya, detektor pada fix temperature baru berfungsi setelah panas dengan derajat tinggi terdeteksi yaitu 58°C. Biasanya jenis detektor ini dipasang pada ruangan yang memang memiliki temperatur tinggi misalnya ruang generator, dapur, dan basement.

3. Detektor asap

Jenis sensor ini bekerja apabila detektor mendeteksi adanya asap didalam ruangan. Terdapat 2 jenis detektor asap yaitu :

- detektor ionisasi

Jenis detektor ini mengionisasi udara dengan radiosotop, perbedaan udara yang disebabkan oleh asap akan segera terdeteksi dan mengaktifkan alarm. Detektor ini lebih baik untuk mendeteksi kebakaran dengan tingkat penyebaran api yang cepat.

- detektor fotolistrik

Detektor ini bekerja pada saat cahaya yang dihasilkan oleh detektor ini dihamburkan oleh asap yang pekat kemudian memicu alarm. Detektor ini baik digunakan untuk mendeteksi asap yang ditimbulkan oleh api yang masih kecil

4. Detektor api

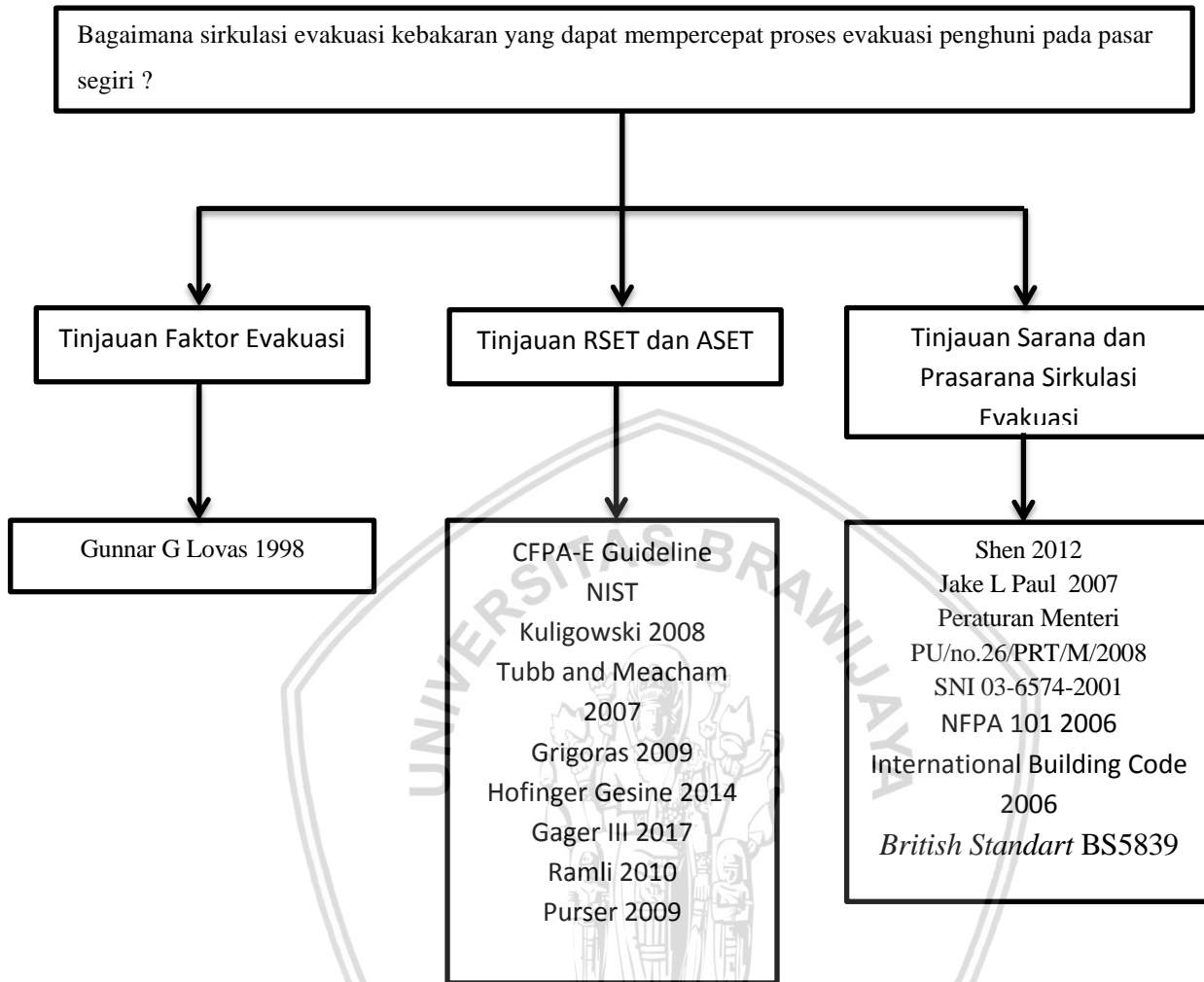
Detektor api memiliki sensor yang bereaksi terhadap radiasi sinar ultraviolet yang dihasilkan oleh api. Detektor memiliki reaksi yang cepat karena dapat mendeteksi nyala api kecil yang berjarak 3 – 4 m. kemudian pemasangannya tidak berada dekat dengan lampu mercury atau lampu halogen.

2.8 Jurnal Pendukung

Tabel 2. 28 Jurnal Pendukung

No	Peneliti dan objek penelitian	Tujuan penelitian	Hasil Penelitian
1	“Modeling Human Behavior During Building Fire” Erica D Kuligowski (2008)	Menghasilkan teori mengenai perilaku manusia pada saat kebakaran yang dapat digunakan untuk mengembangkan model jalur evakuasi	Perilaku manusia pada saat kebakaran melalui beberapa proses yaitu : mendapatkan informasi, menafsirkan informasi, dan mengambil keputusan
2	“Human Factor in Evacuation Simulation, Planning, and Guidance” Hofinger Gesine, Robert Zinke, Laura Kunzer (2014)	Menghasilkan teori mengenai faktor manusia dalam proses evakuasi dan perancangan sirkulasi evakuasi yang sesuai	Dengan menggunakan teori mengenai perilaku manusia dan kesalahan – kesalahan umum yang dilakukan manusia pada saat evakuasi dapat membantu dalam merancang sistem evakuasi yang lebih baik
3	“Experimental study of the effectiveness of emergency signage” Hui Xie, Lazaros F, Edwin R Galea, Darren Blackshields, Peter J Lawrence (2009)	Mendapatkan hasil mengenai keefektifan signage dalam mempengaruhi kecepatan evakuasi	Pada saat signage dapat terdeteksi dan terbaca oleh penghuni maka waktu untuk menemukan jalur evakuasi akan menjadi lebih cepat.
4	“Minimum Stair Widht for Evacuation, Overtaking Movement, and Counterflow” Jake L. Pauls, John J. Fruin, Jeffrey M. Zupan (2007)	Memberikan rekomendasi terhadap lebar jalur sirkulasi untuk menyesuaikan dengan kondisi manusia saat ini	Lebar sirkulasi 44 inci (1100 mm) yang diterapkan oleh NFPA kurang efektif dan menyarankan lebar yang lebih baik minimal 56 inci (1400 mm)
5	“Emergency Egress From Building” Richard W. Bukowski (2009)	Mengevaluasi standard yang digunakan untuk jalur evakuasi jalur evakuasi dan memberikan masukan tentang jalur evakuasi yang lebih baik	tinggi anak tangga antara 6,3 – 7,2 inci (160 mm – 183 mm) memiliki kemungkinan lebih kecil bagi pengguna untuk tergelincir. pengangan tangan pada tangga apabila diukur dari anak tangga memiliki tinggi tidak kurang dari 34 inci (864 mm) dan tidak lebih dari 38 inci (965 mm).
6	“On the Importance of Building Evacuation System Components” Gunnar G Lovas (1998)	Memperkenalkan beberapa elemen penting dalam evakuasi	Terdapat 3 komponen utama dalam evakuasi yaitu bangunan, penghuni dan sistem deteksi.

2.9 Kerangka Teori



Gambar 2 3 Kerangka Teori



BAB III

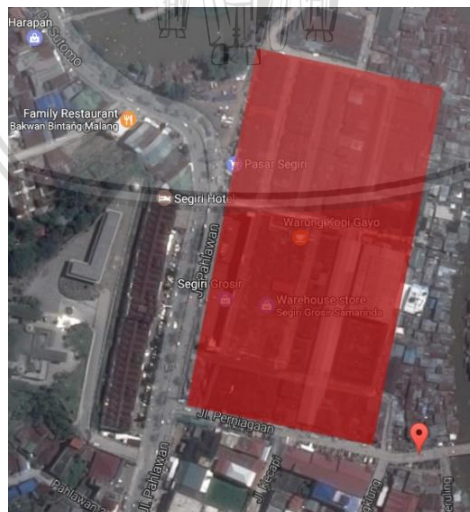
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

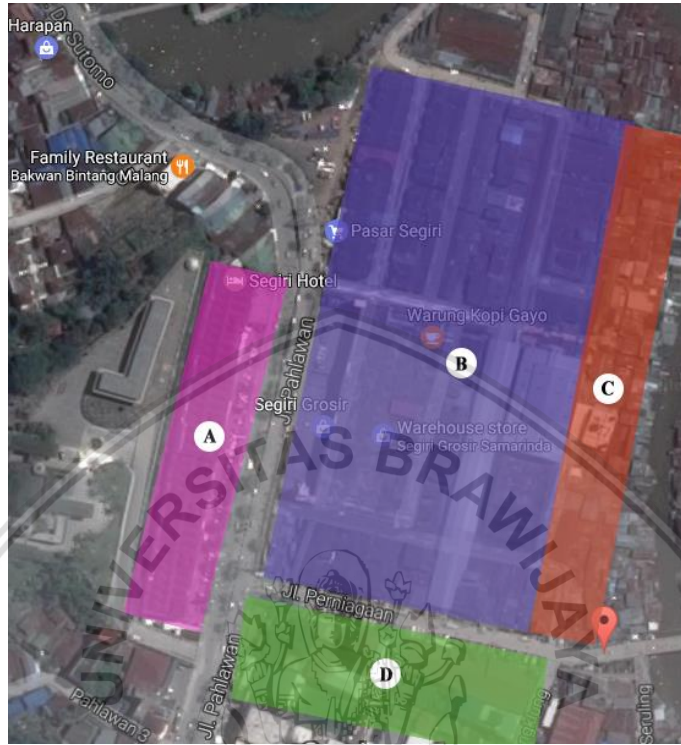
Metode penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta – fakta dan sifat populasi tertentu atau menggambarkan suatu fenomena secara detail (Lehmann :1979). Melalui metode deskriptif, peneliti berusaha untuk memberikan gambaran mengenai kondisi sirkulasi evakuasi pada pasar segiri dan memecahkan permasalahan yang terkait dengan sirkulasi evakuasi dan kecepatan evakuasi penghuni pasar segiri pada saat keadaan darurat. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menganalisis kondisi eksisting bangunan dengan menggunakan teori – teori terkait yaitu teori – teori mengenai sirkulasi evakuasi. Sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis kuisisioner yang diberikan kepada pengunjung dan pedagang pasar untuk mengetahui pengetahuan pengguna bangunan jalur evakuasi yang tersedia di pasar segiri samarinda

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah Pasar Segiri yang berada di Jl. Pahlawan kecamatan samarinda ulu, Samarinda. Lokasi ini dipilih karena merupakan pasar tradisional terbesar di Samarinda dan sudah mengalami 2 kali bencana kebakaran



Gambar 3. 1 Lokasi Pasar Segiri



Gambar 3. 2 Batas Tapak Pasar Segiri

Luas area kawasan pasar Segiri adalah 27.352,5 m² dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

- A. Ruko
- B. Pasar Segiri
- C. Permukiman
- D. Ruko

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian deskriptif

3.3 Sumber Data dan Jenis Data

Pengertian data adalah sejumlah informasi yang dapat memberikan gambaran tentang suatu keadaan atau masalah. Macam data yang digolongkan menurut cara memperolehnya ada dua, yaitu:

- a. Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung dari obyeknya. Data primer bersifat *up to date*. Untuk mendapatkan data primer dapat dilakukan dengan observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner.
- b. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari data yang sudah dikelola pihak lain yang sudah dipublikasikan. Data sekunder dapat diperoleh melalui jurnal, buku, laporan dan lain – lain.
- c. Data umum
 1. Data fisik merupakan informasi yang berhubungan dengan kondisi fisik bangunan yaitu :
 - Fungsi bangunan
 - Jumlah jalur masuk/keluar
 - *Assembly area*
 - Jalur evakuasi
 - Dimensi koridor bangunan
 - Signage
 - Alarm kebakaran
 - Dimensi tangga darurat
 2. Data non fisik berupa informasi yang bersifat kualitatif, dalam penelitian ini data non fisik berupa tingkat pengetahuan penghuni tentang kawasan pasar segiri dan jalur evakuasi pada pasar serta pengetahuan penghuni tentang alarm kebakaran.
- d. Data pustaka adalah data yang didapatkan melalui studi literature yang dapat membantu dalam menganalisis objek penelitian. Dalam penelitian ini, data pustaka yang digunakan berhubungan dengan sirkulasi evakuasi kebakaran.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data, serta instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan lebih mudah.

Pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan. Secara metodologis dikenal beberapa macam tehnik pengumpulan data, diantaranya.

1. Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui suatu pengamatan, dengan disertai pencatatan-pencatatan terhadap keadaan atau perilaku obyek sasaran. Metode observasi dilakukan dengan pengamatan secara langsung obyek penelitian yaitu bangunan pasar kering pada pasar segiri

2. Dokumentasi

Dokumentasi adalah pengumpulan data dengan melalui foto atau gambar. Dokumentasi yang diambil berupa kondisi dalam bangunan pasar dan kondisi jalur evakuasi pada pasar

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari dasar-dasar teori pada tulisan ini, literatur yang digunakan terkait dengan sirkulasi evakuasi kebakaran pada pasar

4. Kuesioner

Kuesioner dilakukan dengan memberikan daftar pertanyaan untuk diisi oleh responden. Dalam penelitian ini, pembagian kuesioner diperlukan untuk mengetahui tingkat pengetahuan penghuni terhadap kawasan pasar segiri dan sirkulasi evakuasi pada pasar segiri serta pengetahuan penghuni mengenai alarm kebakaran.

Tabel 3. 1 Sumber data

Sumber Data	Teknik		
	Pengambilan Data	Hasil	Manfaat
Primer	Observasi	Foto kondisi eksisting bangunan dan kawasan	Memberikan informasi mengenai kondisi eksisting

Sumber Data	Teknik		Manfaat
	Pengambilan Data	Hasil	
Sekunder		Ukuran koridor, pintu dan tangga darurat bangunan	Memberikan detail sirkulasi evakuasi yang diteliti
	Kuesioner	Pengenalan penghuni terhadap sirkulasi evakuasi bangunan	Mengetahui tingkat pengenalan sirkulasi evakuasi bangunan oleh penghuni
	Penelitian terdahulu	Metode penelitian dan variabel penelitian	
	Literatur standar	Standar perhitungan sirkulasi evakuasi	

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen adalah alat yang digunakan untuk mengukur variable yang diteliti untuk mendapatkan data – data yang diperlukan untuk menganalisa suatu peristiwa. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan data – data yang dibutuhkan antara lain :

Tabel 3. 2 Instrumen penelitian

No	Alat	Jenis Alat	Fungsi
1	Pyrosim 2016	Software	Simulasi kebakaran bangunan
2	Pathfinder 2016	Software	Simulasi evakuasi penghuni
3	Kuesioner	Hardware	

- Kuesioner pada penelitian ini digunakan sebagai alat untuk mengetahui tingkat pengetahuan penghuni terhadap bangunan pasar segiri dengan mengajukan pertanyaan – pertanyaan sebagai berikut :

1. Tingkat pengenalan bangunan pasar kering
2. Kemudahan menemukan pintu keluar
3. Kemudahan menemukan tangga darurat

Kuesioner disajikan dengan menggunakan skala likert

- Simulasi *Pyrosim*

Pyrosim adalah aplikasi yang digunakan untuk mempermudah pengguna untuk melakukan simulasi dengan menggunakan program *Fire Dynamic Simulator* (FDS)

yang dapat memberikan informasi mengenai perkembangan asap didalam bangunan pada saat kebakaran tahapan – tahapan penggunaan pyrosim adalah :

1. Mempersiapkan model 3 dimensi bangunan pada sketchup kemudian mengganti format file “skp” menjadi “cad” atau “dae”
 2. Meng-*import* file 3 dimensi dalam format “cad” atau “dae” kedalam pyrosim
 3. Menentukan besar area yang akan disimulasikan
 4. Menentukan titik api pada bangunan yang disimulasikan
 5. Menentukan jenis bahan bakar
 6. Menentukan HRRPUV sesuai dengan jenis bangunan
 7. Menentukan *Ramp up time* api berdasarkan kecepatan penyebaran api dalam bangunan
 8. Menentukan lama penyebaran asap yang akan disimulasikan
 9. Menjalankan simulasi
- Simulasi *Pathfinder*

Pathfinder adalah aplikasi yang digunakan untuk mempermudah pengguna untuk melakukan simulasi proses evakuasi penghuni bangunan sehingga pengguna dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan penghuni untuk melakukan evakuasi tahapan – tahapan penggunaan Pathfinder adalah :

1. Mempersiapkan denah bangunan dalam format “cad”
2. Memasukkan file denah bangunan kedalam pathfinder
3. Menentukan ketinggian lantai bangunan
4. Memilih area pada denah yang dilalui oleh penghuni saat evakuasi termasuk membuat tangga, ramp, eskalator maupun lift pada model yang dibuat didalam pathfinder.
5. Memasukkan penghuni sesuai jumlah yang dibutuhkan untuk simulasi
6. Menentukan kecepatan berjalan penghuni
7. Menentukan perilaku penghuni seperti pilihan pintu yang akan dilalui dan akses penghuni ke lift dan eskalator.
8. menjalankan *pathfinder*

3.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang menjadi titik perhatian peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi dan dapat ditarik kesimpulan. Dalam penelitian, variabel menjadi landasan untuk pengumpulan data. Variabel dipilih oleh peneliti berdasarkan pada teori – teori yang terkait dengan evakuasi kebakaran.

Tabel 3. 3Variabel Penelitian

Variabel	Sub variabel	Indikator
Sarana	Tangga darurat	Jumlah tangga darurat sesuai dengan beban okupansi bangunan
		Lebar tangga darurat sesuai dengan jumlah penghuni yang akan dievakuasi
		Dimensi anak tangga sesuai untuk keselamatan pada saat evakuasi
	Pintu darurat	Memiliki lebar yang sesuai dengan kebutuhan evakuasi penghuni saat kebakaran
Prasarana	Koridor	Material tahan api
	Akses <i>exit</i>	Memiliki lebar yang sesuai dengan kebutuhan evakuasi penghuni saat kebakaran
		Letak akses exit dekat dengan akses keluar dari kawasan pasar segiri
		Akses exit berakhir ke area luar bangunan atau titik berkumpul
Prasarana	<i>Signage</i>	Terdapat penanda untuk menunjukkan jalur evakuasi
	Alarm	Terdapat sistem peringatan terjadinya kebakaran dalam bangunan

3.8 Metode Analisis

3.8.1. Metode Analisis Kualitatif

Metode kualitatif digunakan untuk menganalisis data yang didapatkan dari lapangan dengan menggunakan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan sirkulasi evakuasi kebakaran. Teknik analisis deskriptif digunakan pada metode kualitatif untuk memberikan gambaran mengenai variabel yang diteliti yaitu sarana dan prasana sirkulasi evakuasi yang berpengaruh pada kecepatan evakuasi penghuni bangunan pasar kering pada Pasar Segiri Samarinda. Metode analisis kuantitatif dilakukan dalam 4 tahap yaitu pemilihan data, penyajian data, analisis data, dan penarikan kesimpulan.

Pemilihan data dilakukan dengan mengeliminasi data – data yang tidak relevan dan mengelompokkan data berdasarkan golongannya untuk kemudian dikaji, kemudian penyajian data dilakukan dengan tabulasi dan diagramatik secara naratif dengan dilengkapi foto, gambar maupun peta. Analisis data dilakukan dengan mengolah data yang didapatkan dari hasil observasi lapangan. Pada penelitian ini analisis data dilakukan dengan mengolah hasil

observasi sirkulasi evakuasi pasar segiri dan disesuaikan dengan teori – teori yang terkait dengan sirkulasi evakuasi kebakaran. hasil yang didapat dari tahap analisa digunakan untuk menarik kesimpulan tentang kesesuaian sirkulasi evakuasi yang ada dengan kebutuhan evakuasi penghuni dan kemudian diberikan rekomendasi untuk mendapatkan waktu evakuasi yang lebih cepat

3.8.2. Metode Analisis Kuantitatif

Analisis Kuantitatif dilakukan pada hasil survey penghuni bangunan untuk mengetahui tingkat pengetahuan penghuni mengenai bangunan dan sirkulasi evakuasinya. Kuesioner menggunakan skala likert. Pada kuesioner dengan skala likert, penghuni diberikan pertanyaan – pertanyaan dengan lima pilihan dengan skor sebagai berikut :

Skor 1 : Sangat (kurang, tidak setuju)

Skor 2 : Tidak (baik, kurang)

Skor 3 : Netral/biasa

Skor 4 : Setuju

Skor 5 : Sangat (Setuju, baik)

Untuk mendapatkan interpretasi skor, pertama perlu diketahui interval interpretasi untuk mengetahui parameter penilaian dengan menggunakan rumus : $\text{Interval} = 100/\text{jumlah jawaban}$. Untuk pertanyaan dengan jumlah jawaban 5, maka interval yang didapat adalah 20 sehingga interpretasi skor likertnya adalah sebagai berikut:

0% - 19,99 % = Sangat (tidak setuju/kurang/cukup)

20% - 39,99 % = Tidak (setuju/cukup/baik)

40% - 59,99% = Netral/biasa

60% - 79,99% = Setuju

80% - 100% = Sangat (Setuju, baik)

Kemudian untuk menghitung skor tiap pertanyaan, perlu diketahui

$Y = \text{skor tertinggi likert} \times \text{jumlah responden}$

$X = \text{skor terendah likert} \times \text{jumlah responden}$

Kemudian dimasukkan pada persamaan : $\text{Rumus index \%} = \text{total skor}/Y \times 100$

Hasil yang didapat kemudian disesuaikan dengan interval persentase penilaian.



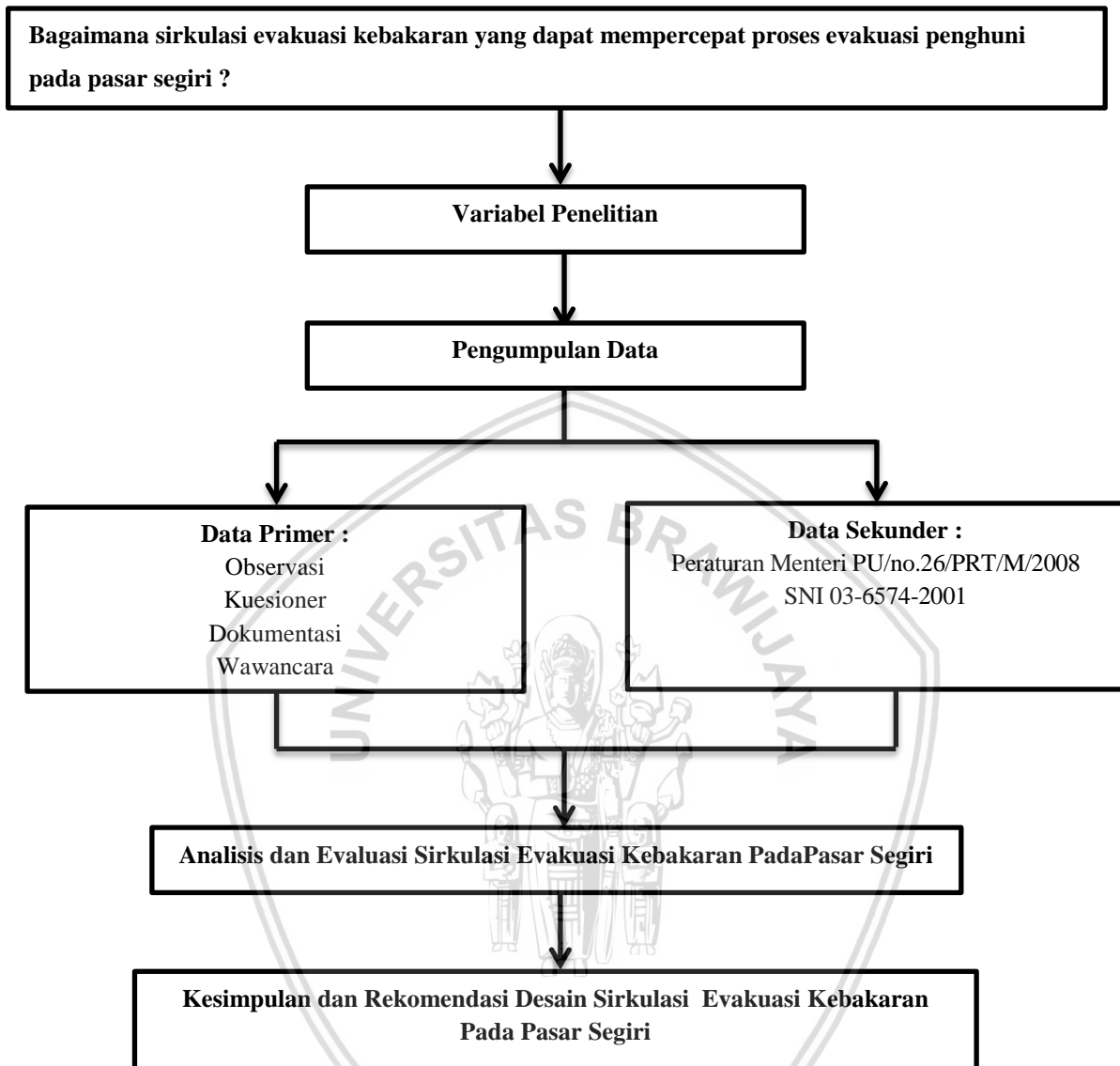
Perkiraan jumlah pengunjung adalah 3000 orang. Perhitungan dengan menggunakan rumus slovin dengan batas kesalahan 10% sehingga didapat hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} N &= n / 1 + ne^2 \\ &= 3000 / 1 + 3000 \cdot 0,01 \\ &= 3000 / 31 \\ &= 97 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jumlah pedagang yang aktif pada pasar kering berjumlah 110 orang. Sehingga jumlah sampel yang diambil adalah 100 orang.

Analisis kuantitatif dengan menggunakan simulasi pyrosim dan pathfinder digunakan untuk mengetahui penyebaran asap dan kecepatan evakuasi penghuni bangunan pada saat kebakaran, hasilnya kemudian digunakan untuk mengetahui sirkulasi evakuasi yang ada pada bangunan eksisting sudah memenuhi atau tidak memenuhi waktu evakuasi yang dibutuhkan penghuni untuk keluar dari bangunan dengan aman kemudian dijadikan sebagai dasar untuk menentukan rekomendasi yang dibutuhkan untuk sirkulasi evakuasi bangunan.

3.9 Kerangka Penelitian



Gambar 3. 3 Diagram Kerangka Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Tapak

4.1.1. Sejarah dan Fungsi Tapak

Pasar segiri yang merupakan pasar terbesar dan merupakan pasar induk di Samarinda. Sebagai pasar induk, selain kegiatan jual beli seperti pasar pada umumnya, terdapat pula kegiatan bongkar muat logistik berupa sayuran, buah-buahan, daging, ikan dan kebutuhan lainnya yang berasal dari dalam dan luar daerah untuk kemudian didistribusikan ke masyarakat melalui pasar – pasar penunjang sehingga harga kebutuhan – kebutuhan pokok masyarakat kota Samarinda ditentukan berdasarkan harga pada pasar Segiri. Pasar segiri memiliki luas 27.352,5 m² yang menampung 701 kios dan 550 pedagang kaki lima komoditas yang dijual beragam berupa bahan pangan, sandang, dan berbagai perlengkapan kebutuhan rumah tangga

Pasar Segiri sudah mengalami 2 kali peristiwa kebakaran yang pertama pada tanggal 7 September 2009. Kebakaran terjadi sejak pukul 02.30 WITA dan baru berhasil dipadamkan pukul 05.30 WITA. Api berasal dari salah satu toko sembako yang kemudian dengan cepat merambat ke los lainnya karena banyaknya barang kering yang mudah terbakar. Kebakaran menghancurkan sedikitnya 49 ruko kemudian bangunan pasar segiri di renovasi dan ditambahkan area pasar kering yaitu Segiri Grosir Samarinda, kemudian pada tanggal 29 Oktober 2015 terjadi lagi kasus kebakaran di pasar segiri yang menghancurkan 300 kios yang menjual pakaian, ikan kering, emas dan onderdil kendaraan roda dua serta 93 rumah yang berada di kawasan pasar segiri. Kebakaran kali menimbulkan 2 korban meninggal dunia. Kebakaran kedua ini berlangsung sejak pukul 00.44 WITA dan baru berhasil dipadamkan pada 04.30 wita.



Gambar 4. 1 Kondisi Pasar Segiri saat Kebakaran (sumber : Google)

4.1.2 Batas Tapak

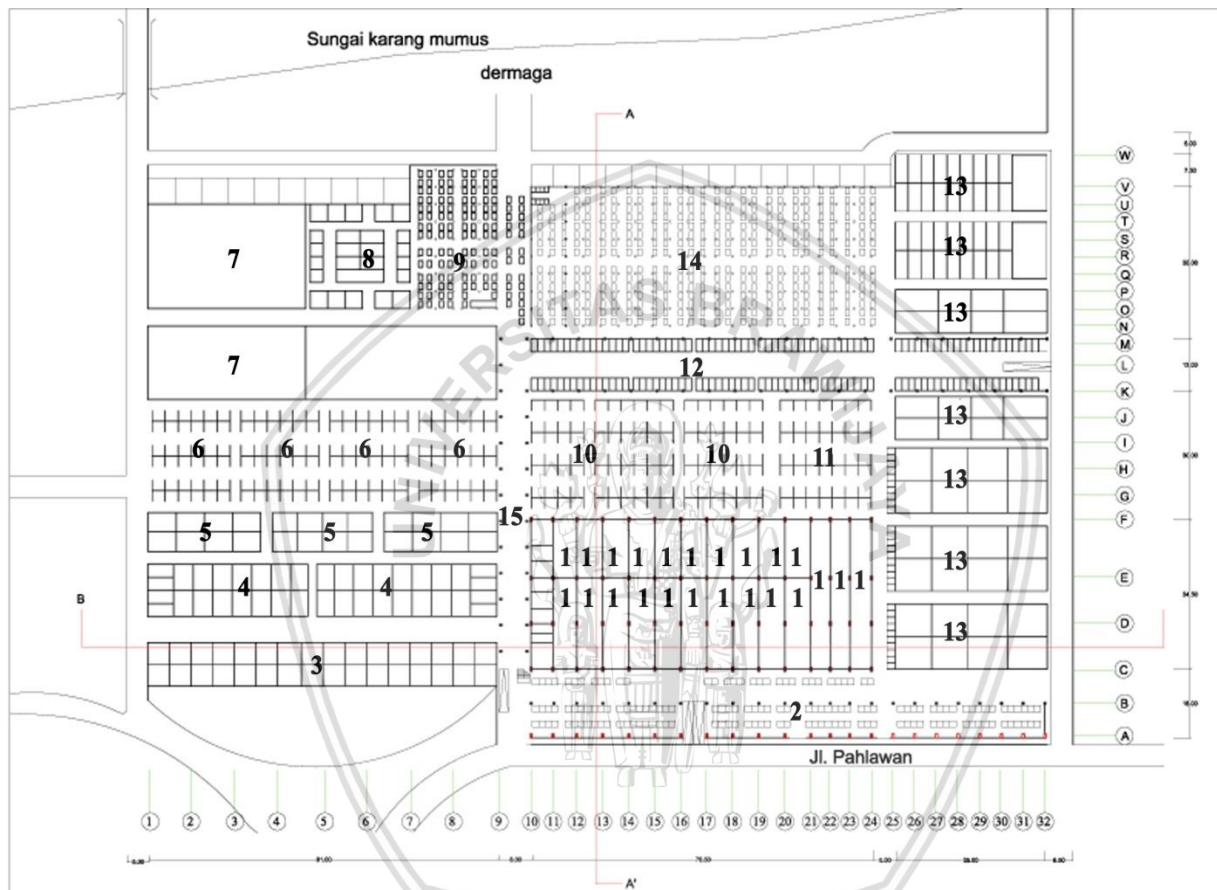


Gambar 4. 2 Batas Tapak Pasar Segiri

Pasar Segiri terletak di Jl. Perniagaan no.12 B, Dadi Mulya, Samarinda yang merupakan kawasan pusat perdagangan dan jasa Kota Samarinda. Pasar induk yang memiliki luas 27.352,5 m² menampung 701 kios dan 550 pedagang kaki lima (Gambar 4.2).

4.1.3 Gambaran Umum Bangunan

Pasar segiri terdiri dari bangunan – bangunan ruko, kios dan lapak pkl. Pasar segiri dibagi menjadi 2 bagian yaitu pasar basah yang berada di lantai dasar yang menjual bahan kebutuhan pokok dan lantai 2-4 yang merupakan pasar kering yang menjual pakaian, aksesoris dan makanan.



Keterangan :

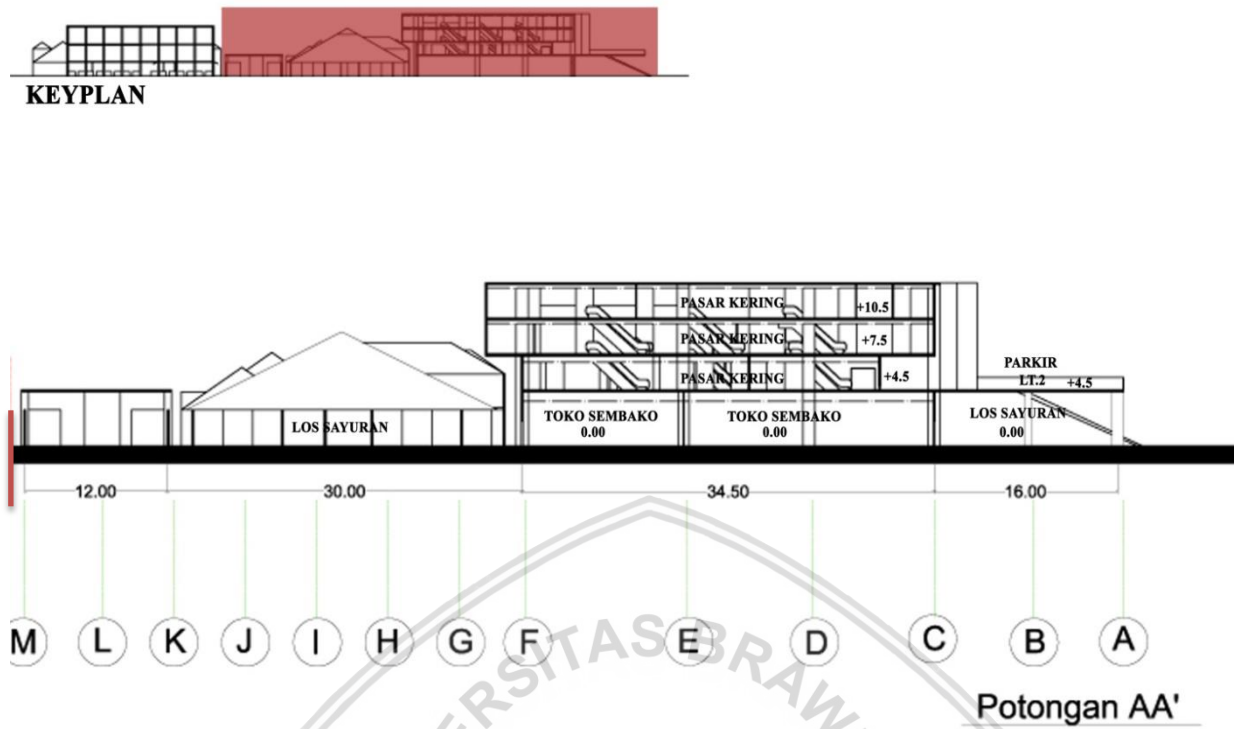
- | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Toko Sembako | 8. Los Daging | 15. Area Parkir Motor |
| 2. Los Sayuran | 9. Los ikan | |
| 3. Ruko | 10. Los Sayuran | |
| 4. Toko Sembako | 11. Los Pakaian | |
| 5. Ruko | 12. Los Buah | |
| 6. Los Sayuran | 13. Ruko | |
| 7. Los Barang Loak | 14. Los ikan asin dan sayuran | |

Gambar 4. 3 Layout plan Pasar Segiri

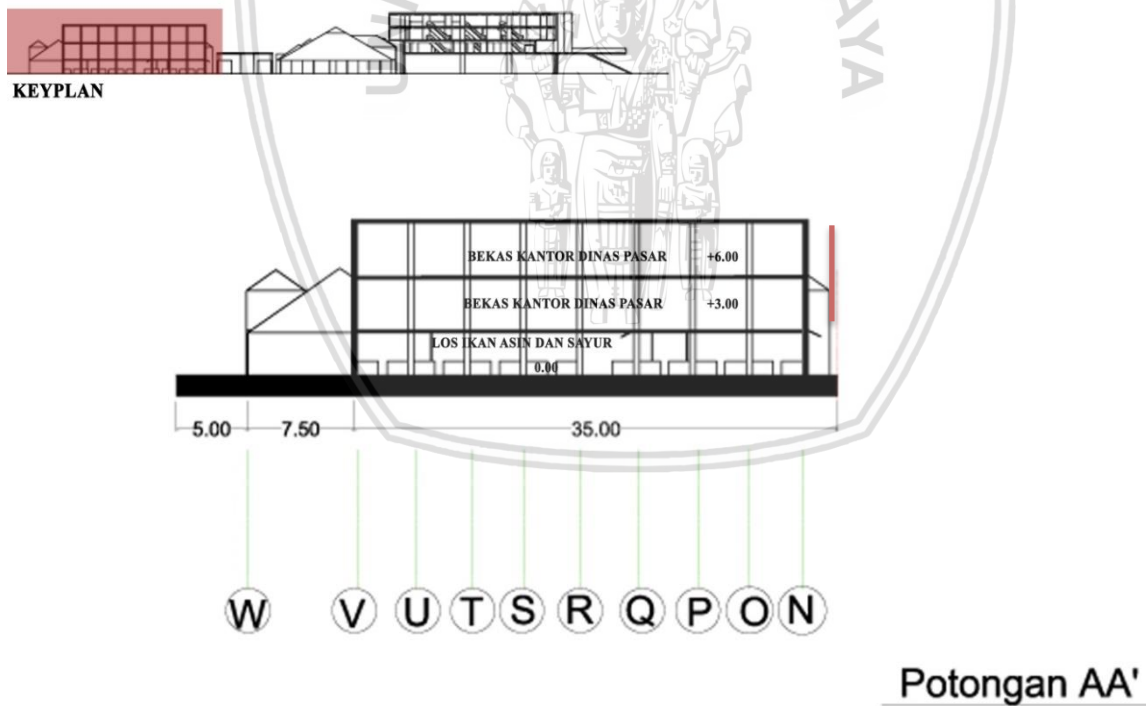


- | | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|----------|
| 1. PASAR KERING | 5. RUKO | 9. LOS IKAN | 13. RUKO |
| 2. PARKIR LANTAI 2 | 6. LOS SAYURAN | 10. LOS SAYURAN | |
| 3 RUKO | 7. LOS BARANG LOAK | 11. LOS PAKAIAN | |
| 4 TOKO SEMBAKO | 8. LOS DAGING | 12 LOS IKAN ASIN | |

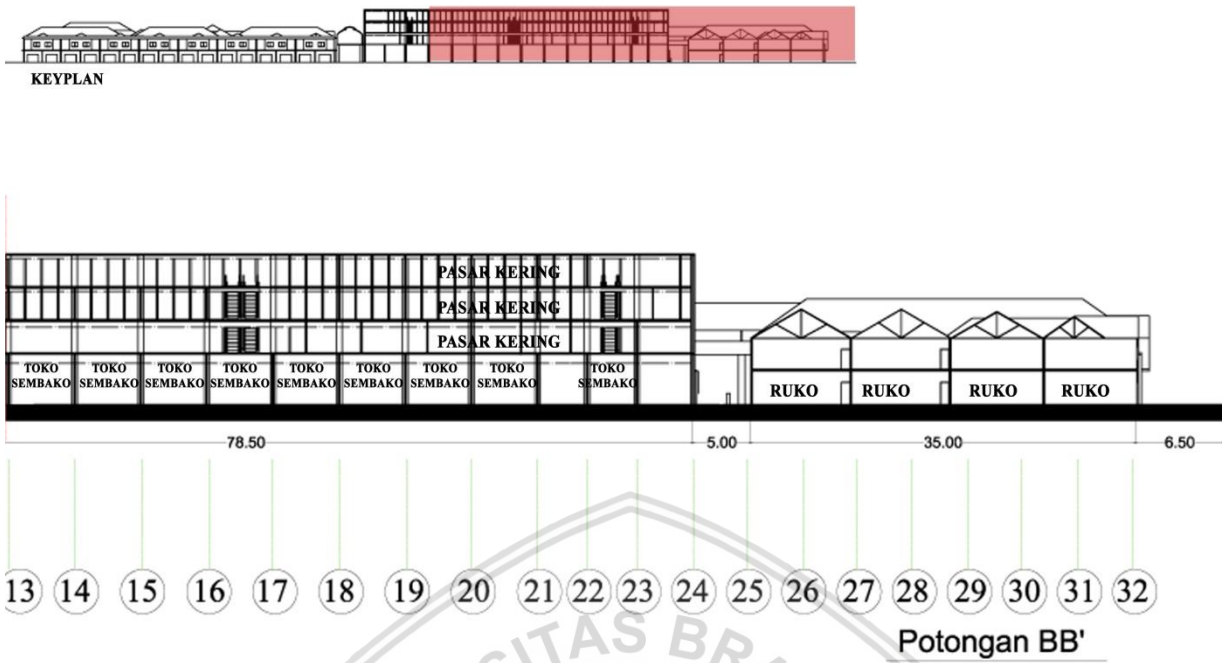
Gambar 4. 4 Siteplan Pasar Segiri



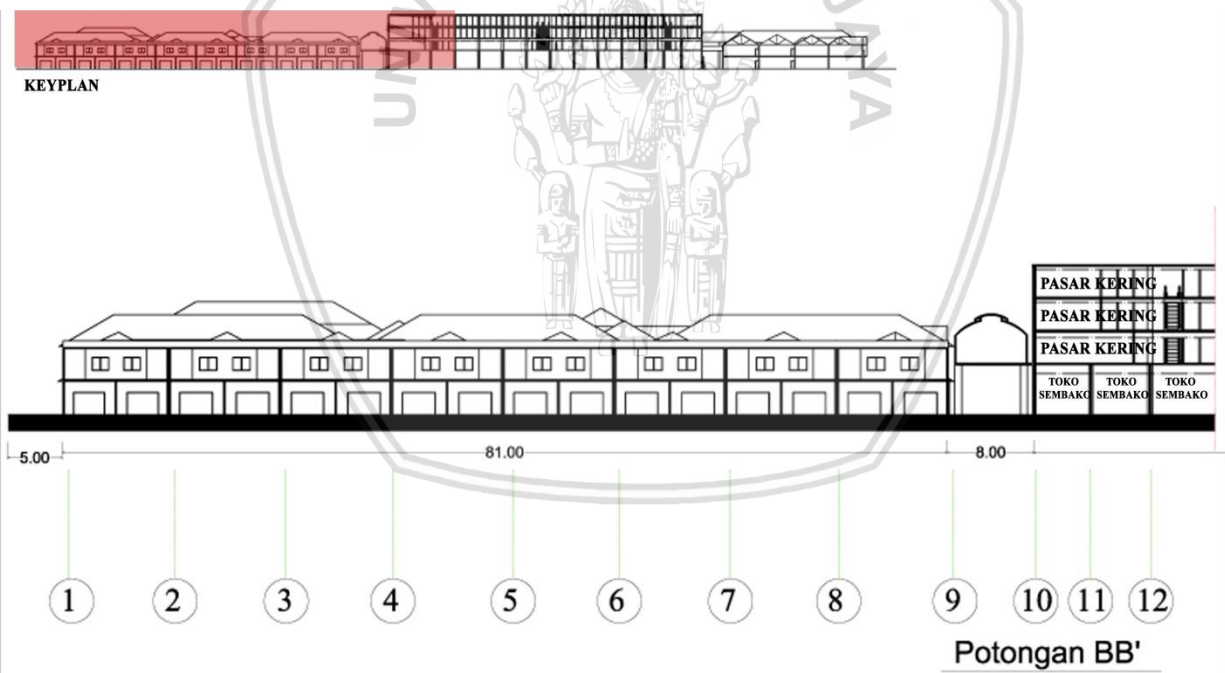
Gambar 4. 5 Potongan AA'-1 Pasar Segiri



Gambar 4. 6 Potongan AA'-2 Pasar Segiri



Gambar 4. 7 Potongan BB'-1 Pasar Segiri



Gambar 4. 8 Potongan BB'-2 Pasar Segiri

Kemudian berikut adalah foto-foto yang memperlihatkan kondisi didalam Pasar Segiri Samarinda.



Gambar 4. 9 Kondisi Area Pasar Basah pada Pasar Segiri



Gambar 4. 10 Akses Masuk-Keluar Area Pasar Basah pada Pasar Segiri



Keterangan :

1. Ramp kendaraan roda dua (masuk)
2. Tangga
3. Ramp kendaraan roda empat
4. Ramp kendaraan roda dua (keluar)

Gambar 4. 11 Akses Masuk-Keluar Bangunan pasar kering pada Pasar Segiri



Gambar 4. 12 Ramp dan Tangga menuju pasar kering

Untuk masuk kedalam area pasar basah dapat melalui pintu masuk utama yang berada di Jl. Pahlawan selain itu terdapat 2 pintu masuk alternatif di Jl. Pahlawan, 7 pintu masuk alternatif yang berada di Jl. Perniagaan dan 8 jalur alternatif pada sisi kiri bangunan pasar sehingga total akses masuk pasar segiri adalah 18 jalur (Gambar 4.10).

Sedangkan untuk mengakses pasar kering yaitu Segiri Grosir Samarinda (SGS) yang berada pada lantai 2 area pasar segiri, dapat melalui ramp yang berhadapan dengan jl. Pahlawan kemudian langsung menuju area parkir SGS kemudian untuk keluar dari tapak melalui ramp yang menghadap jl. Perniagaan yang berada di sisi kanan area pasar segiri (Gambar 4.11)

4.2. Analisis Sirkulasi Evakuasi Bangunan Pasar Kering pada Pasar Segiri

Dalam penelitian sirkulasi evakuasi pada Pasar Segiri, area yang diteliti dibatasi yaitu bangunan pasar kering pada pasar segiri (Gambar 4.2.1), hal ini dikarenakan pada bangunan pasar kering hanya memiliki 1 akses jalur evakuasi darurat sedangkan bangunan pasar kering memiliki tingkat kepadatan penghuni yang tinggi, selain itu, tingkat pertumbuhan api dalam bangunan cepat dikarenakan terdapat banyak material mudah terbakar pada pasar kering yaitu kain.



KETERANGAN :

■ BANGUNAN PASAR KERING

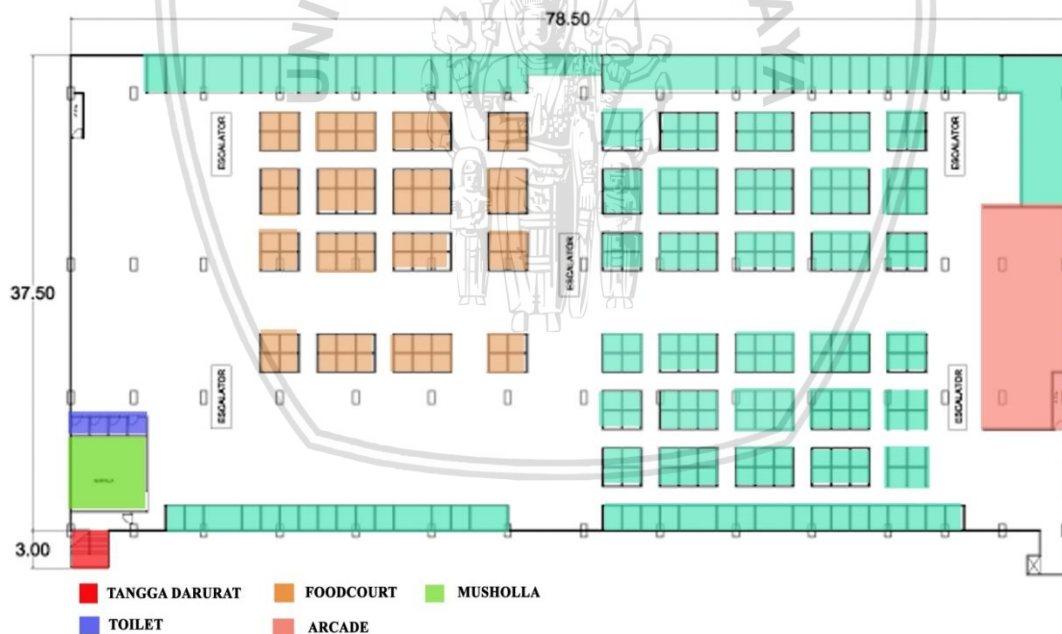
4.2.1 Zonasi Bangunan



Gambar 4. 13 Zonasi Lantai 1 Pasar Kering



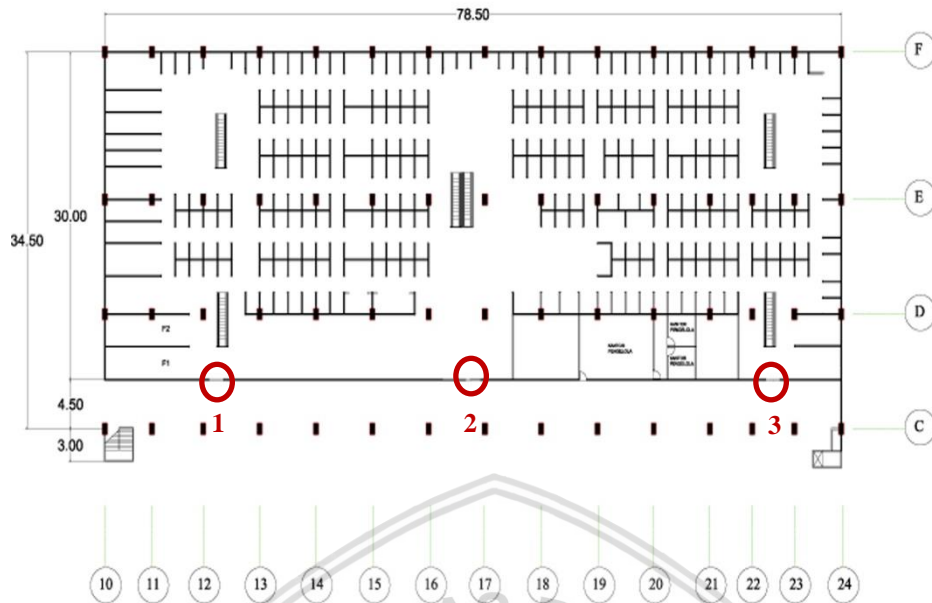
Gambar 4. 14 Zonasi Lantai 2 Pasar kering



Gambar 4. 15 Zonasi Lantai 3 Pasar Kering

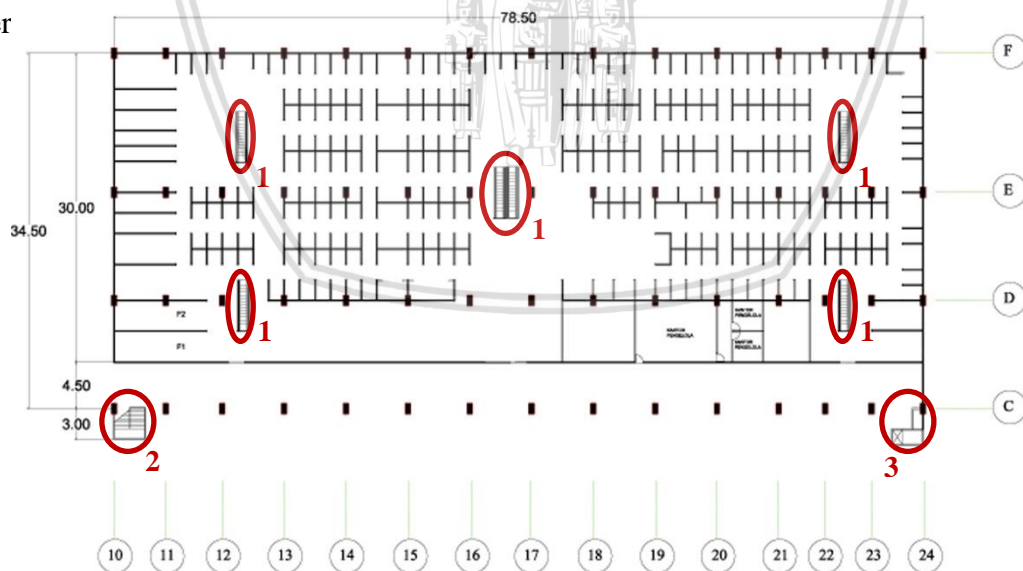
4.2.2 Sirkulasi Bangunan Pasar Kering

Pada pasar kering, terdapat 1 tangga darurat yang langsung terhubung dengan area parkir bagian depan bangunan. Pada lantai 1 terdapat 3 pintu masuk pada bagian depan bangunan (Gambar 4.16). Sirkulasi vertikal pada bangunan menggunakan eskalator dan terdapat lift barang untuk mendistribusikan barang ke tiap lantai (Gambar 4.17 – 4.19).



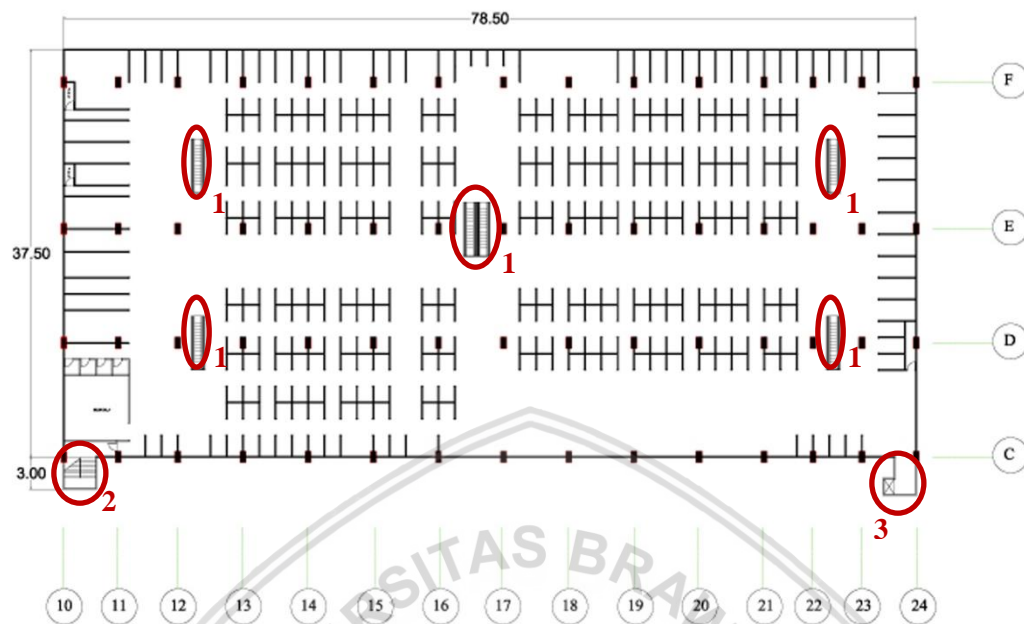
Gambar 4. 16 Letak pintu masuk/keluar lantai 1

Pada lantai 1 pasar kering, apabila terjadi kebakaran, penghuni dapat langsung melakukan evakuasi melalui pintu masuk pada bagian depan bangunan. Pintu masuk 1 dan 3 memiliki lebar 3 meter sedangkan pintu masuk 2 yang merupakan pintu masuk utama memiliki lebar 4 meter. Karena berada di bagian depan bangunan dan sering dilalui oleh penghuni bangunan maka tidak terdapat kesulitan bagi penghuni untuk menemukan lokasi pintu masuk pasar ker



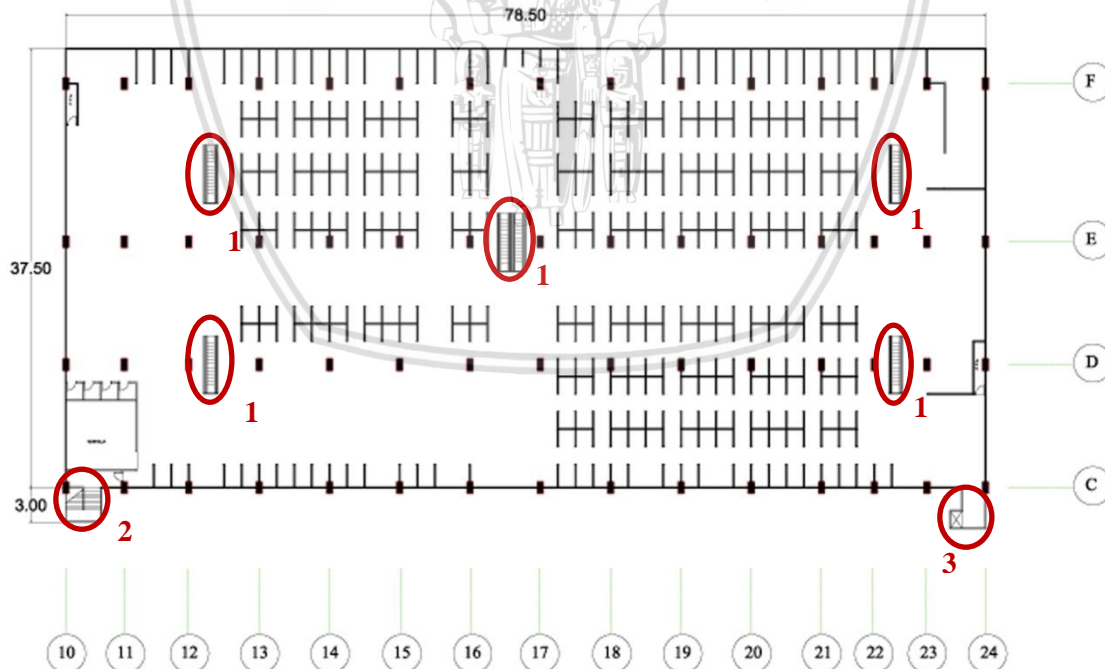
Keterangan : 1. Eskalator
2. Tangga Darurat
3. Lift

Gambar 4. 17 Eskalator dan Tangga Darurat pada Lt.1



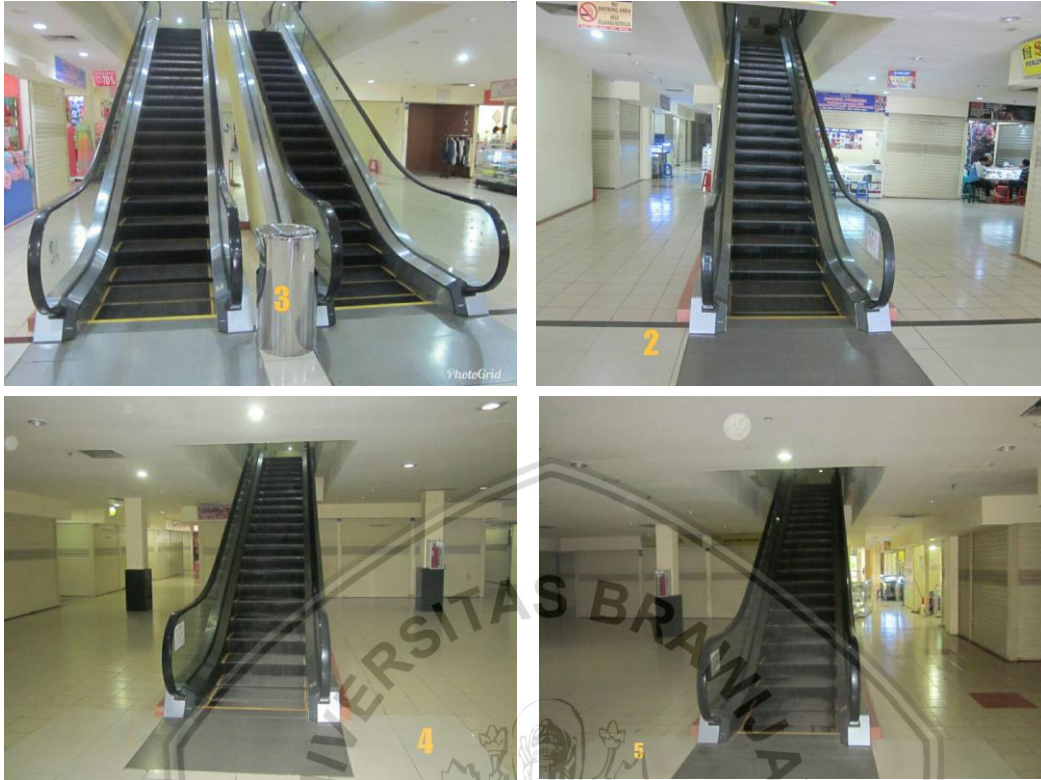
Keterangan : 1. Eskalator
2. Tangga Darurat
3. Lift

Gambar 4. 18 Eskalator dan Tangga Darurat pada Lt.2



Keterangan : 1. Eskalator
2. Tangga Darurat
3. Lift

Gambar 4. 19Eskalator dan Tangga Darurat pada Lt.3



Gambar 4. 20 Eskalator Bangunan pasar kering



Gambar 4. 21 Lift dan Tangga Darurat pasar kering

Pada pasar kering, sirkulasi vertikal menggunakan eskalator dan untuk mendistribusikan barang menggunakan lift barang (Gambar 4.21), untuk evakuasi terdapat 1 tangga darurat (Gambar 4.21) pada tiap lantai yang dilengkapi dengan ruang perlindungan dengan ukuran 5 x 1,5 meter. Akan tetapi posisi tangga darurat berada pada area yang tersembunyi dan tidak pernah dilalui terutama oleh pengunjung sehingga pada saat terjadi kebakaran, kemungkinan penghuni akan kesulitan untuk menemukan tangga darurat dan lebih memilih untuk menggunakan eskalator untuk turun ke lantai dasar. Lebar pintu keluar pada tangga darurat adalah 0,8 m dan Lebar koridor sirkulasi pada area pasar kering adalah 1,5 meter dan lebar koridor utama adalah 5 – 9 meter

4.2.2 Signage

Didalam kawasan Pasar Segiri baik pada bagian pasar basah dan pasar kering, tidak terdapat signage yang menunjukkan letak pintu keluar atau tangga darurat sehingga akan menyulitkan penghuni yang tidak mengenal bangunan pasar segiri dan dapat mempengaruhi waktu evakuasi

4.2.3 Alarm Kebakaran

Pada pasar kering terdapat sistem alarm yang terhubung dengan detektor asap dan sistem sprinkler sehingga apabila terjadi kebakaran, detektor asap akan memberikan sinyal ke alarm kebakaran sehingga penghuni akan dengan segera mendapatkan peringatan untuk segera melakukan evakuasi

4.3 Analisis Karakteristik Penghuni Bangunan

Penghuni bangunan pada pasar segiri dibagi menjadi 2 yaitu pedagang dan pengunjung. Berdasarkan perkiraan, jumlah pengunjung bangunan pasar kering mencapai ± 1600 orang dan berdasarkan data pengelola bangunan pasar kering, jumlah pedagang adalah 1354. Untuk mengetahui pengenalan penghuni terhadap jalur evakuasi pada bangunan pasar kering maka dilakukan survey terhadap penghuni. Survey yang dilakukan terhadap 100 orang pengunjung dan 100 orang pedagang pasar segiri menggunakan skala likert berikut adalah bobot nilai dari setiap pilihan jawaban :

- Sangat Baik/Mudah : 5
- Baik/Mudah : 4
- Biasa : 3
- Kurang/Sulit : 2
- Sangat Sulit/Kurang : 1

Hasil jawaban responden kemudian akan diinterpretasi dengan kriteria sebagai berikut :

- 0 % - 19,99 % : Sangat Kurang/sulit
- 20 % - 39,99 % : Kurang / Sulit
- 40 % - 59,99 % : Biasa
- 60 % - 79,99 % : Baik/Mudah
- 80% - 100 % : Sangat Baik / Mudah

Kemudian berikut adalah tabel hasil survey yang dilakukan terhadap pengunjung pasar segiri

Tabel 4 1 Hasil Survey Pengunjung Pasar Segiri

Pertanyaan	Jumlah Responden				
	Sangat Baik/mudah	Baik/mudah	Biasa	Kurang/sulit	Sangat Kurang/sulit
Pengenalan Area Pasar Kering	11	50	31	6	2
Kemudahan Menemukan Pintu Keluar	12	50	30	6	2
Kemudahan Menemukan Tangga darurat	0	14	32	40	14

Kemudian, jumlah jawaban responden pada tabel akan dikalikan dengan nilai jawaban yang sudah dipilih oleh responden dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4 2 Skor Hasil Survey Pengunjung Pasar Segiri

Pertanyaan	Skor					Jumlah Skor
	Sangat	Baik/	Biasa	Kurang/	Sangat	
	Baik/mudah	mudah		sulit	Kurang/ sulit	
Pengenalan Area Pasar Kering	55	200	93	12	2	362
Kemudahan Menemukan Pintu Keluar	60	200	90	12	2	364
Kemudahan Menemukan Tangga darurat	0	56	96	80	14	246

Kemudian untuk mendapatkan persentase hasil jawaban responden maka digunakan rumus :

$$\text{Index \%} = \text{Total skor} / Y \times 100$$

Keterangan : Y = skor tertinggi likert x jumlah responden
 $= 5 \times 100$
 $= 500$

Berikut adalah interpretasi hasil survey yang dilakukan terhadap pengunjung pasar segiri :

Tabel 4 3 Interpretasi Hasil Survey Pengunjung Pasar Segiri

Pertanyaan	Persentase	Keterangan
Pengenalan Area Pasar Kering	72,6 %	Baik / Mudah
Kemudahan Menemukan Pintu Keluar	72,8 %	Baik / Mudah
Kemudahan Menemukan Tangga darurat	49,2 %	Biasa

Kemudian berikut adalah tabel hasil survey yang dilakukan terhadap pedagang pasar segiri

Tabel 4 4 Hasil Survey Pedagang Pasar Segiri

Pertanyaan	Jumlah Responden				
	Sangat	Baik/	Biasa	Kurang/sulit	Sangat
	Baik/mudah	mudah			Kurang/sulit
Pengenalan Area Pasar Kering	39	22	24	12	3
Kemudahan Menemukan Pintu Keluar	31	31	22	13	3
Kemudahan Menemukan Tangga darurat	8	36	13	27	16

Kemudian, jumlah jawaban responden pada tabel akan dikalikan dengan nilai jawaban yang sudah dipilih oleh responden dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4 5 Skor Hasil Survey Pedagang Pasar Segiri

Pertanyaan	Skor					Jumlah Skor
	Sangat Baik/mudah	Baik/ mudah	Biasa	Kurang/ sulit	Sangat Kurang/ sulit	
Pengenalan Area Pasar Kering	195	88	72	24	3	382
Kemudahan Menemukan Pintu Keluar	155	124	66	26	3	374
Kemudahan Menemukan Tangga darurat	40	144	39	54	16	293

Index % = Total skor / Y x 100

Keterangan : Y = skor tertinggi likert x jumlah responden

$$= 5 \times 100$$

$$= 500$$

Berikut adalah hasil interpretasi survey yang dilakukan terhadap pedagang pasar segiri :

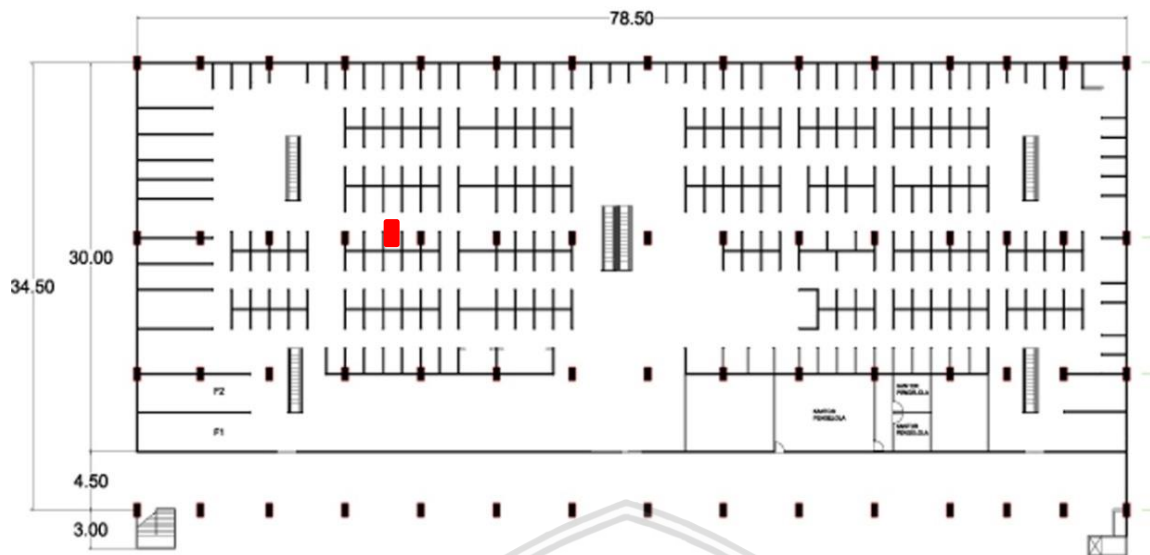
Tabel 4 6 Interpretasi Hasil Survey Pedagang Pasar Segiri

Pertanyaan	Persentase	Keterangan
Pengenalan Area Pasar Kering	76,4 %	Baik
Kemudahan Menemukan Pintu Keluar	74,8 %	Mudah
Kemudahan Menemukan Tangga darurat	58,6 %	Biasa

Berdasarkan hasil kuesioner, baik pedagang maupun penghuni tidak memiliki kesulitan dalam menemukan pintu dan tangga darurat selain itu, penghuni dan pengunjung juga memiliki pengenalan yang baik terhadap area bangunan pasar kering sehingga penghuni dapat segera mencari tangga darurat atau akses keluar lainnya pada saat terjadi kebakaran di pasar kering

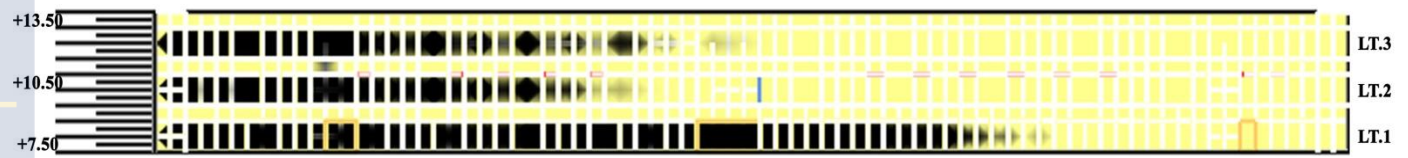
4.4 Analisis *Available Safe Egress Time* (ASET) Bangunan Pasar Kering

Untuk mengetahui waktu maksimal yang dimiliki penghuni untuk dapat melakukan evakuasi dari dalam bangunan maka perlu diketahui perkembangan asap dan api didalam bangunan pada saat terjadi kebakaran. Untuk mengetahui perkembangan asap pada bangunan maka dibuatlah skenario kebakaran dengan menggunakan *Pyrosim*. Pada pasar kering, titik api diletakkan pada salah satu kios yang berada pada lantai 1 bangunan (Gambar 4.22). Durasi kebakaran yang disimulasikan adalah 1200 detik. Karena penyebaran asap yang vertikal, maka untuk menciptakan skenario kebakaran terburuk maka titik api diletakkan pada lantai 1 sehingga asap akan menyebar ke seluruh lantai bangunan.

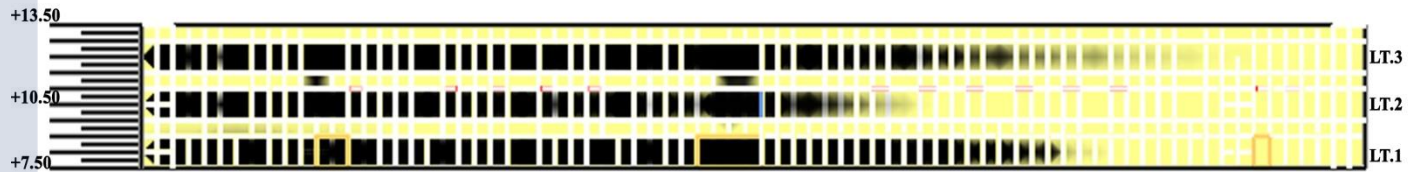


Gambar 4. 22 Letak titik api

Hasil simulasi kebakaran, pada detik ke – 300, asap lebih banyak menyebar pada lantai 1 yang merupakan sumber api (Gambar 4.23), pada detik ke – 600 asap pada lantai 2 dan 3 mulai berkembang sedangkan pada lantai 1 asap masih berada dibagian yang sama (Gambar 4.24), pada detik ke – 900 asap lebih dahulu memenuhi lantai 3, pada lantai 2 asap masih terus berkembang sedangkan perkembangan asap pada lantai 1 lambat (Gambar 4.25) kemudian pada akhir simulasi yaitu detik ke – 1200, asap sudah memenuhi lantai 3 dan lantai 2 sedangkan pada lantai 1 asap menyebar dengan lambat (Gambar 4.26).



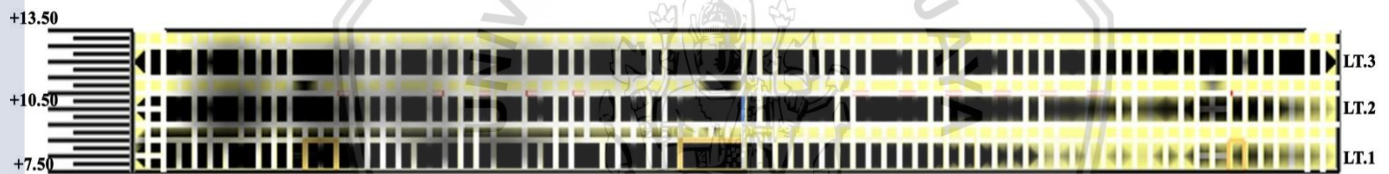
Gambar 4. 23 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik-300



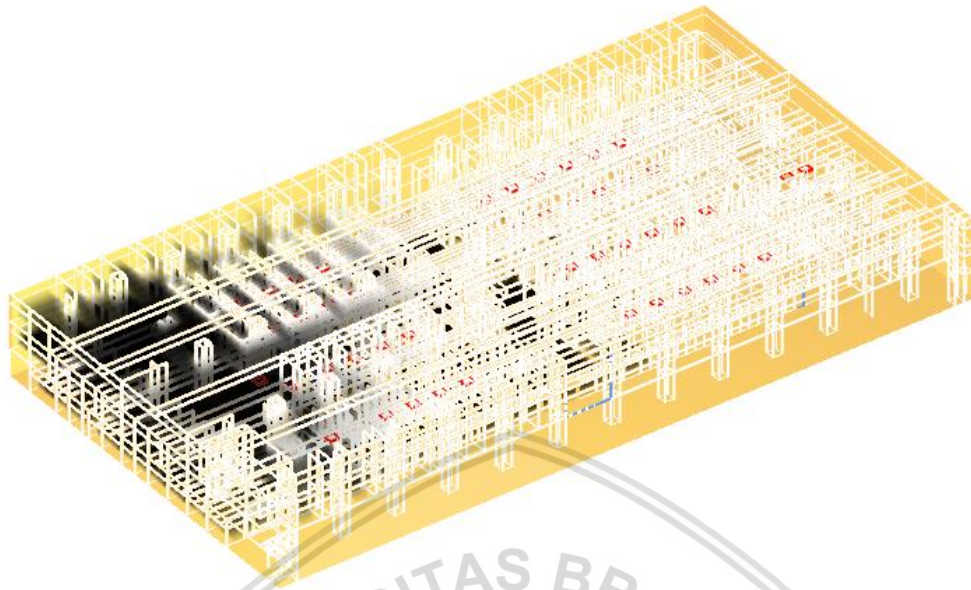
Gambar 4. 24 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik-600



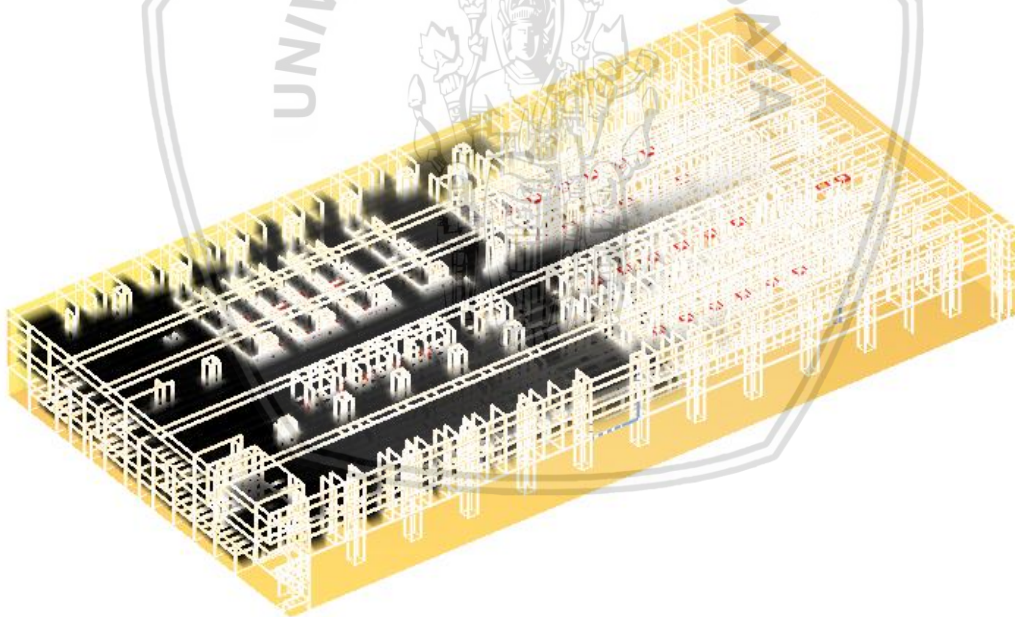
Gambar 4. 25 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik – 900



Gambar 4. 26 Penyebaran asap tiap lantai pasar kering pada detik-1200

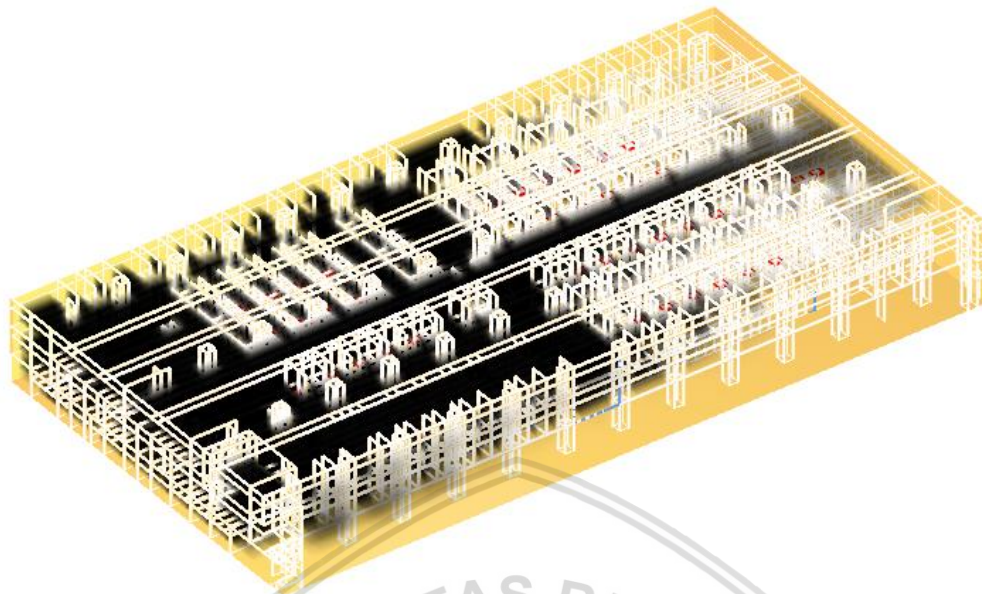


Gambar 4. 27 Persebaran vertikal asap dalam gedung pada detik 300

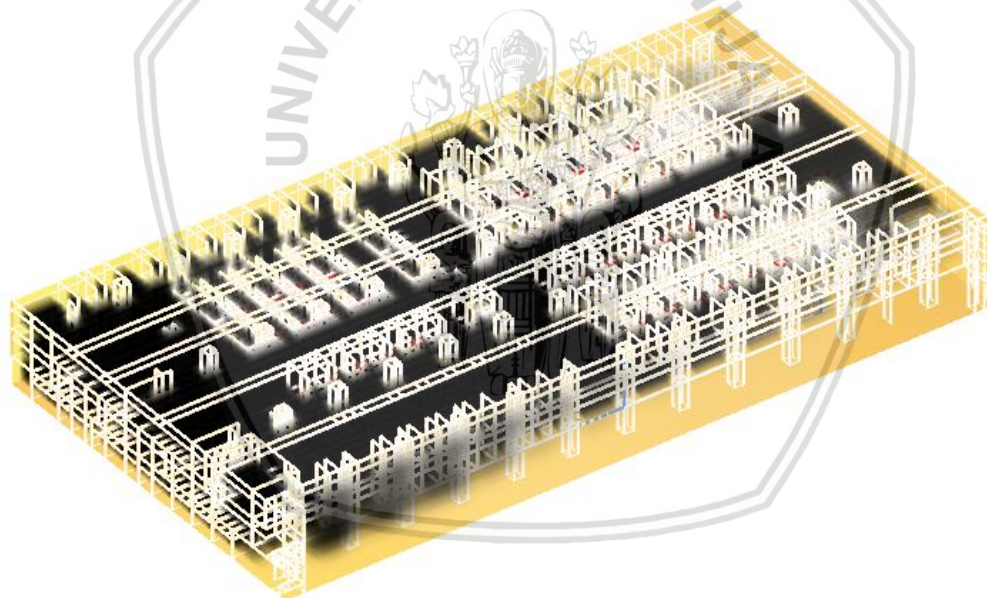


Gambar 4. 28 Persebaran vertikal asap dalam gedung pada detik 600

Pada bangunan pasar kering, asap masuk melalui void eskalator kemudian menyebar naik menuju ke lantai 3 (Gambar 4.27). Pada detik 600 (Gambar4.28), asap sudah mulai menyebar memenuhi hamper setengah isi bangunan.

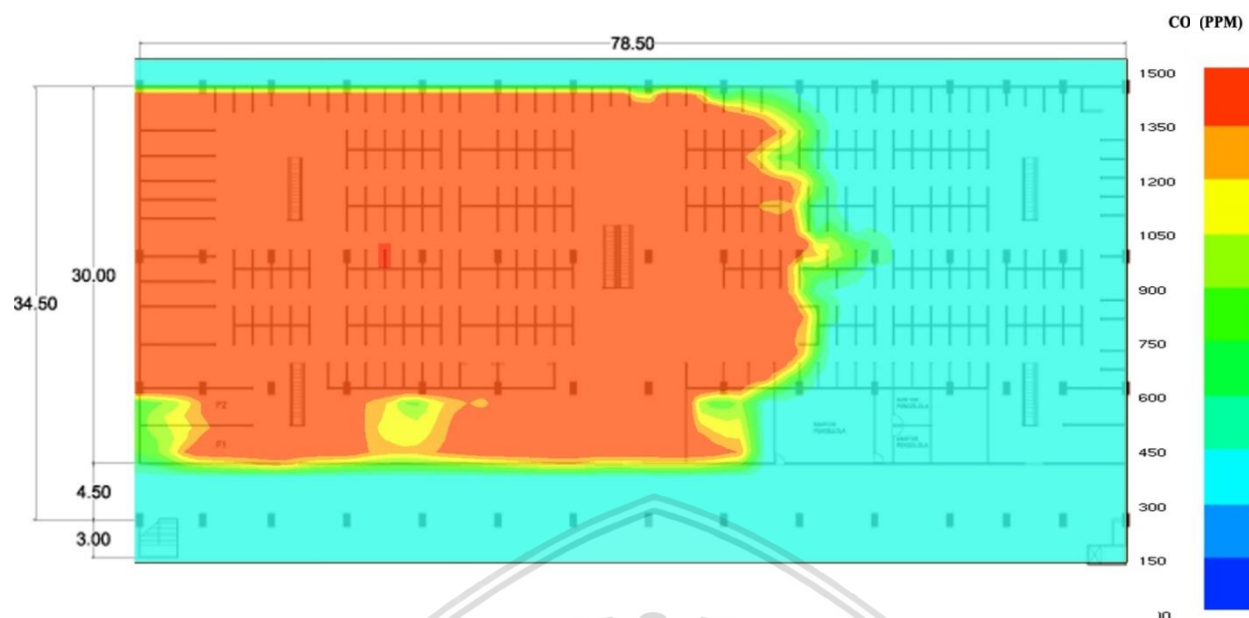


Gambar 4. 29 Persebaran vertikal asap dalam bangunan pada detik 900

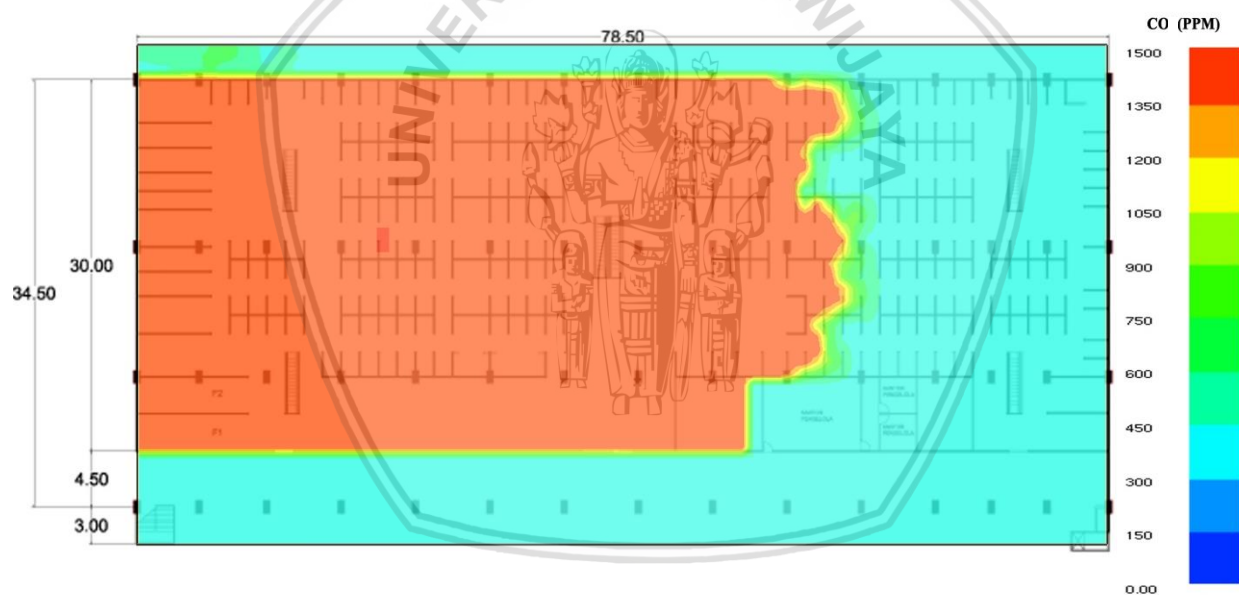


Gambar 4. 30 Persebaran vertikal asap dalam bangunan pada detik 1200

Pada detik 900 (Gambar 4.29) dan 1200 (Gambar 4.30), asap sudah menyebar hampir keseluruhan ruang pada lantai 3 bangunan. Kemudian untuk mengetahui kondisi bangunan keamanan ruang pada saat dipenuhi asap maka salah satu parameter yang harus diperhatikan adalah kadar CO pada tiap lantai bangunan. Batas aman kadar CO pada koridor untuk dilewati penghuni adalah 1500 ppm berikut adalah persebaran CO didalam bangunan

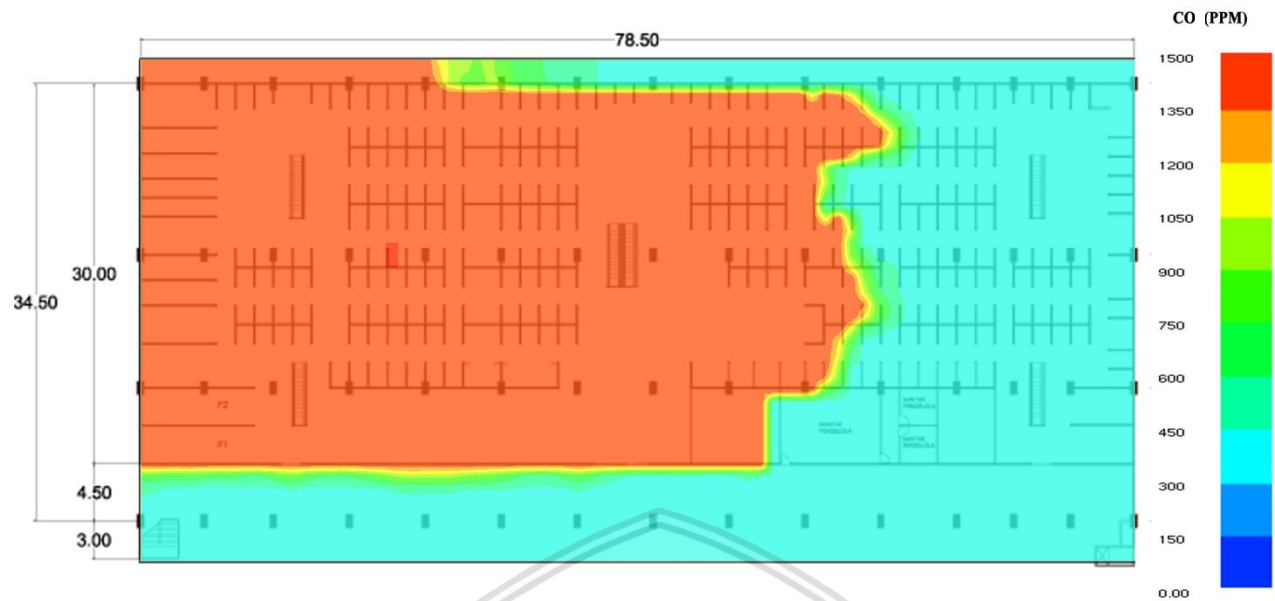


Gambar 4. 31 Kadar CO lantai 1 pada detik 300

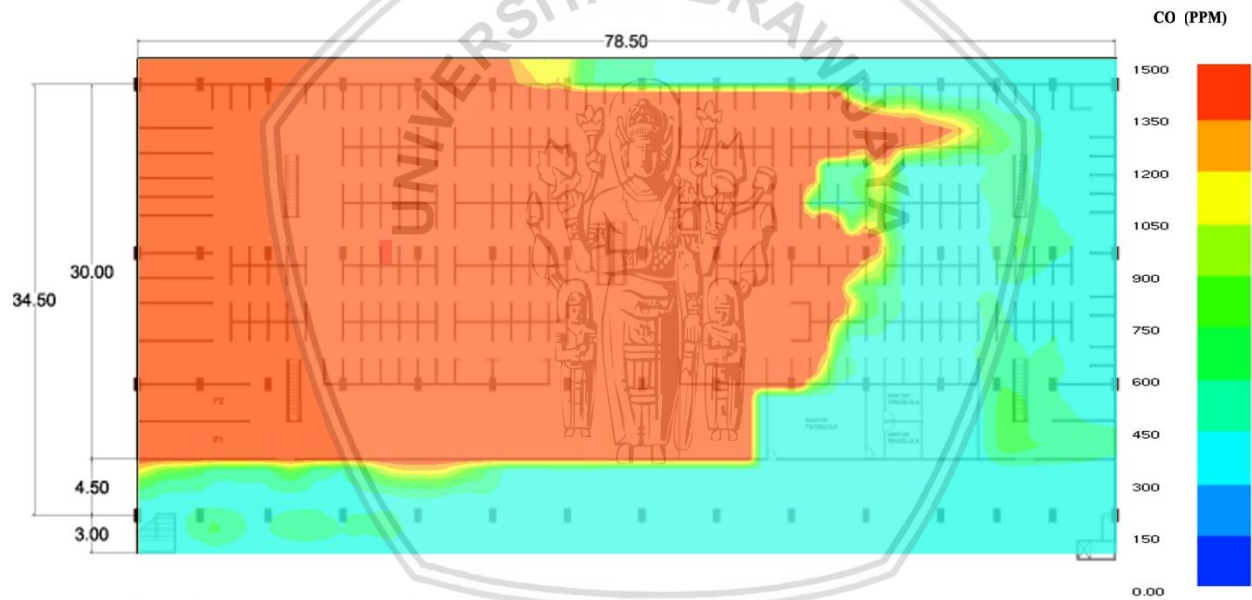


Gambar 4. 32 Kadar CO lantai 1 pada detik 600

Pada lantai 1 yang merupakan letak sumber api, persebaran CO dengan kadar 1500 ppm pada detik 300 dan 600 sudah mulai menyebar ke 3 jalur eskalator. Pada lantai 1, pintu kanan dan tengah menuju keluar bangunan sudah tidak aman untuk dilalui karena kadar CO sudah mencapai 1500 ppm

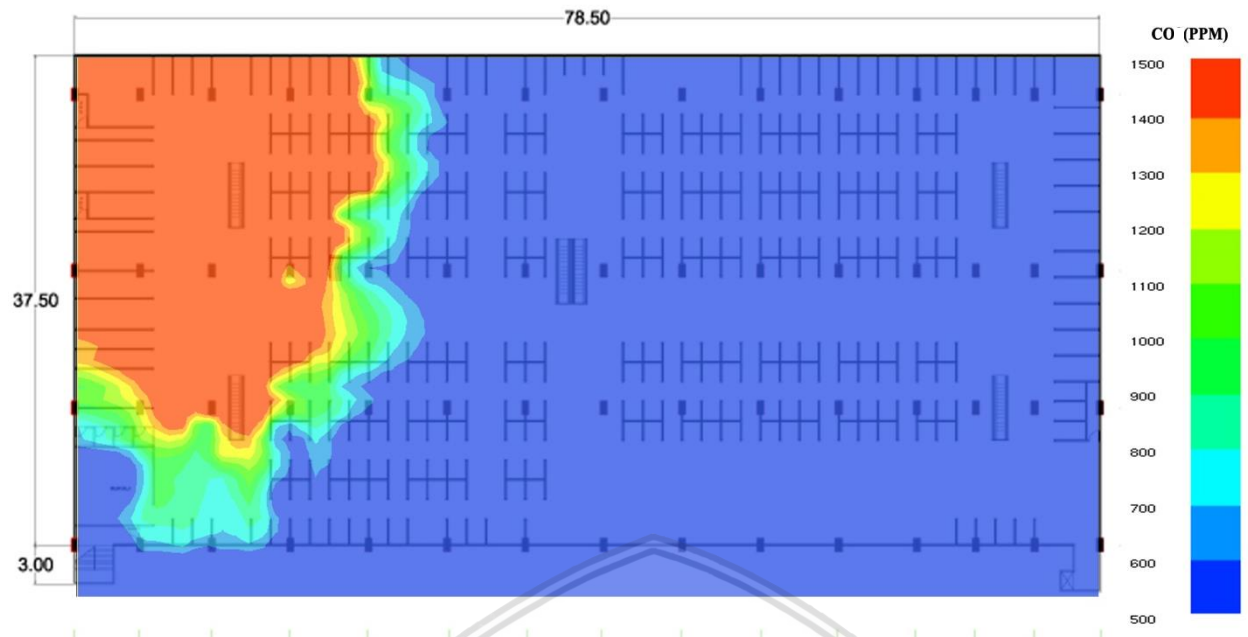


Gambar 4. 33 Kadar CO lantai 1 pada detik 900

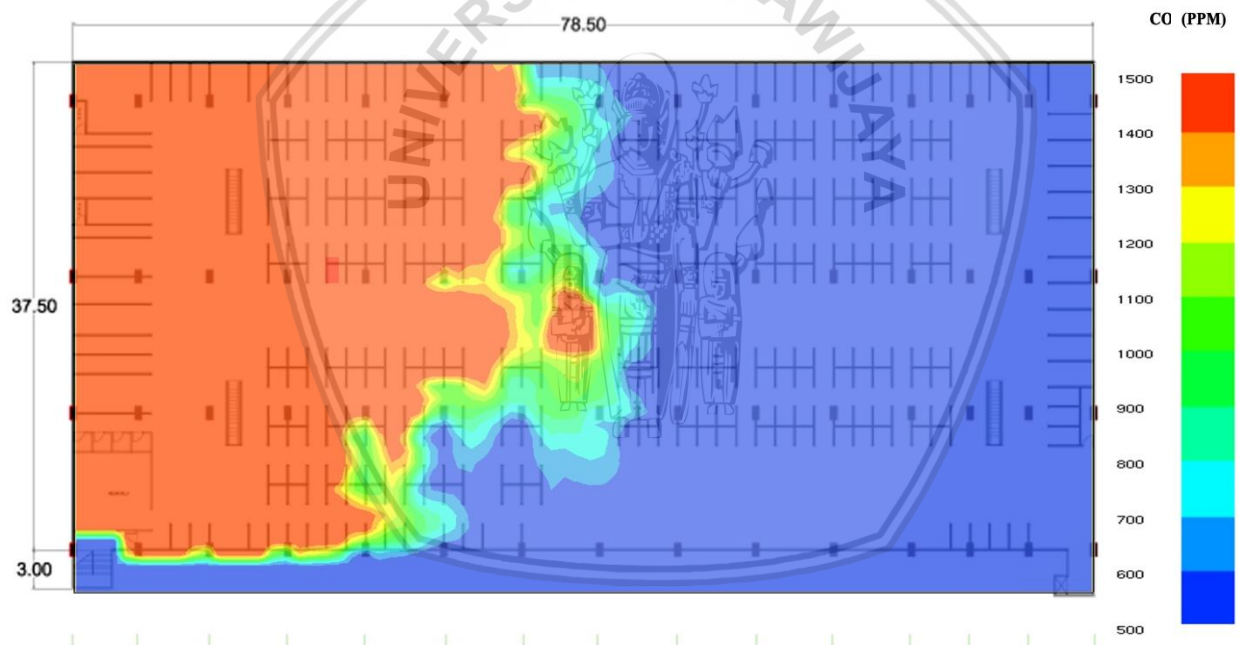


Gambar 4. 34 Kadar CO lantai 1 pada detik 1200

Persebaran CO pada lantai 1 pada detik 900 hingga 1200 sudah mulai melambat sehingga kadar CO pada pintu kiri bangunan tetap aman untuk dilewati oleh penghuni.

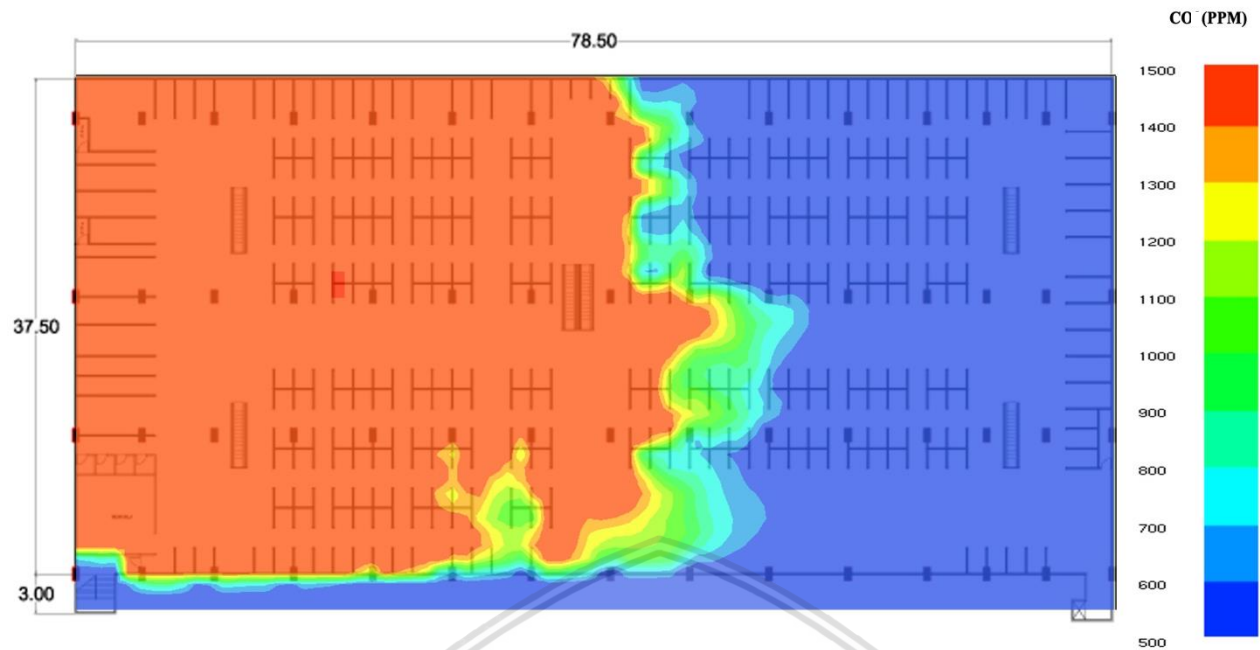


Gambar 4. 35 Kadar CO lantai 2 pada detik 300

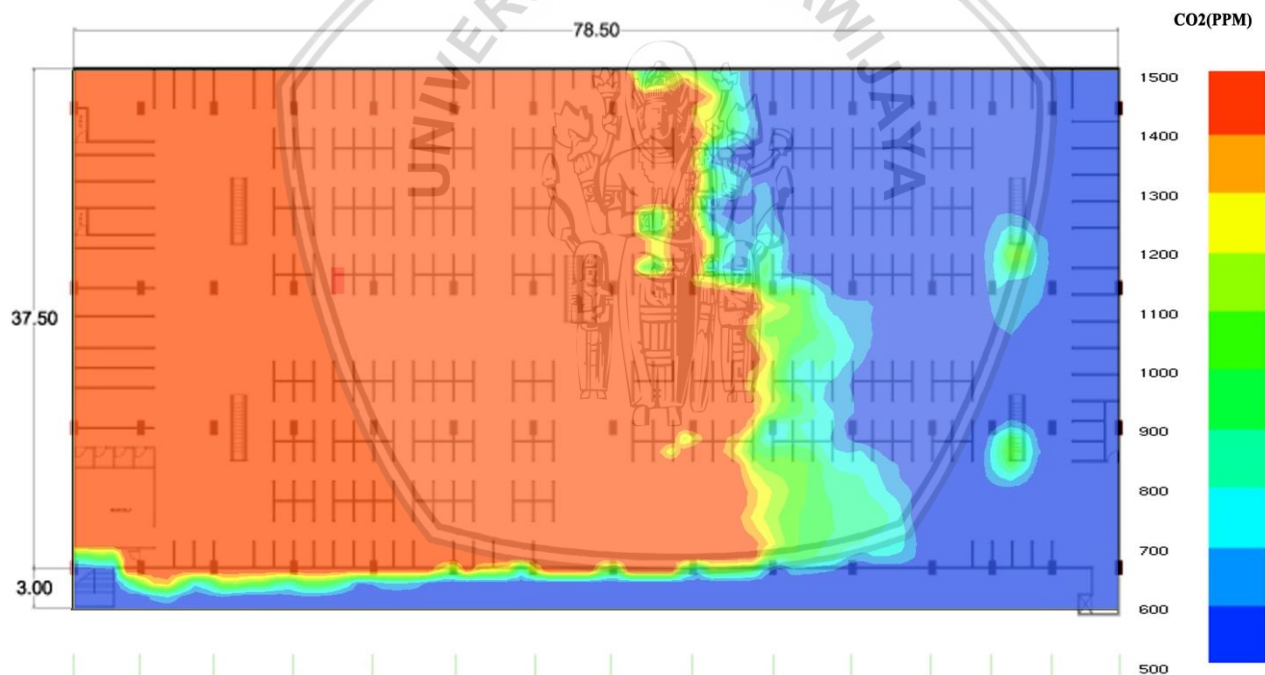


Gambar 4. 36 Kadar CO lantai 2 pada detik 600

Pada lantai 2, penyebaran CO dan asap menyebar melalui void eskalator. Pada detik 300, kadar CO pada eskalator sudah mencapai 1500 ppm sehingga tidak aman untuk dilewati oleh penghuni kemudian pada detik 600, area koridor didepan tangga darurat sudah tidak aman untuk dilalui oleh penghuni

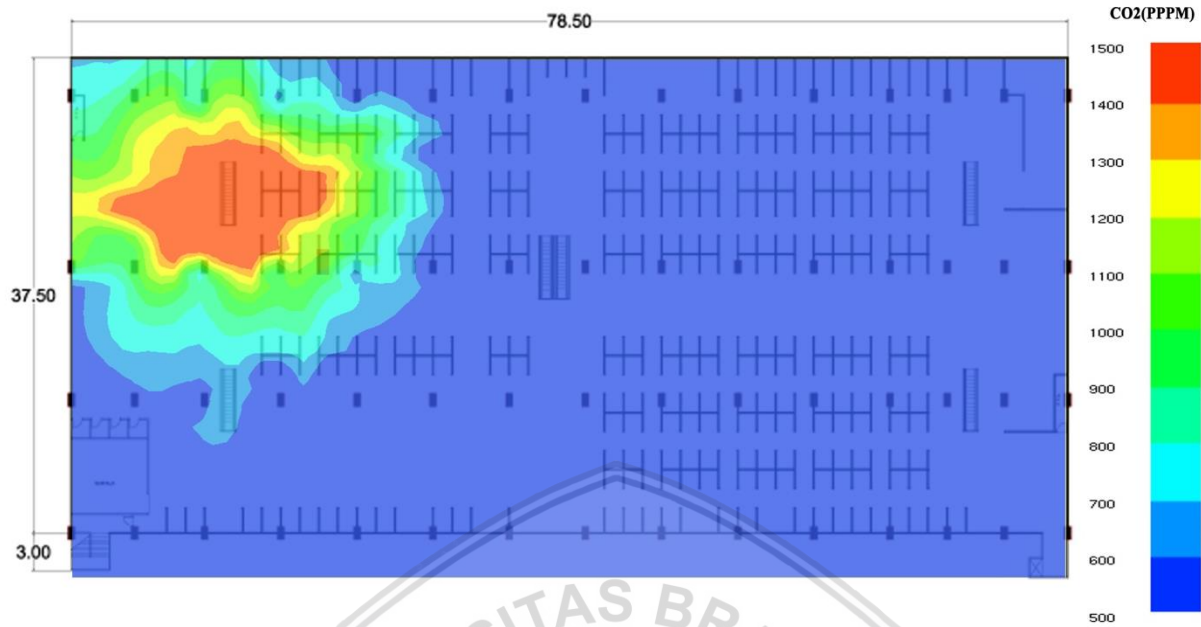


Gambar 4. 37 Kadar CO lantai 2 pada detik 900

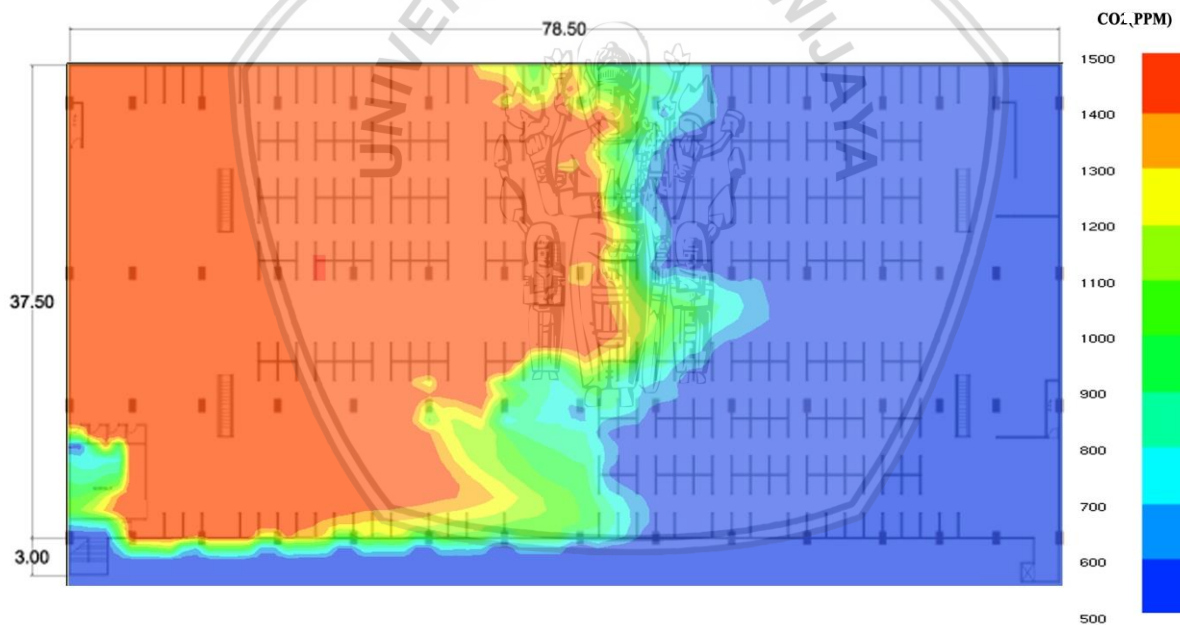


Gambar 4. 38 Kadar CO lantai 2 pada detik 1200

Pada detik ke 900 dan 1200, persebaran CO dengan kadar 1500 ppm sudah menyebar hingga eskalator tengah pada lantai 2 sehingga tangga darurat dan 3 eskalator yang tidak aman dilalui penghuni.

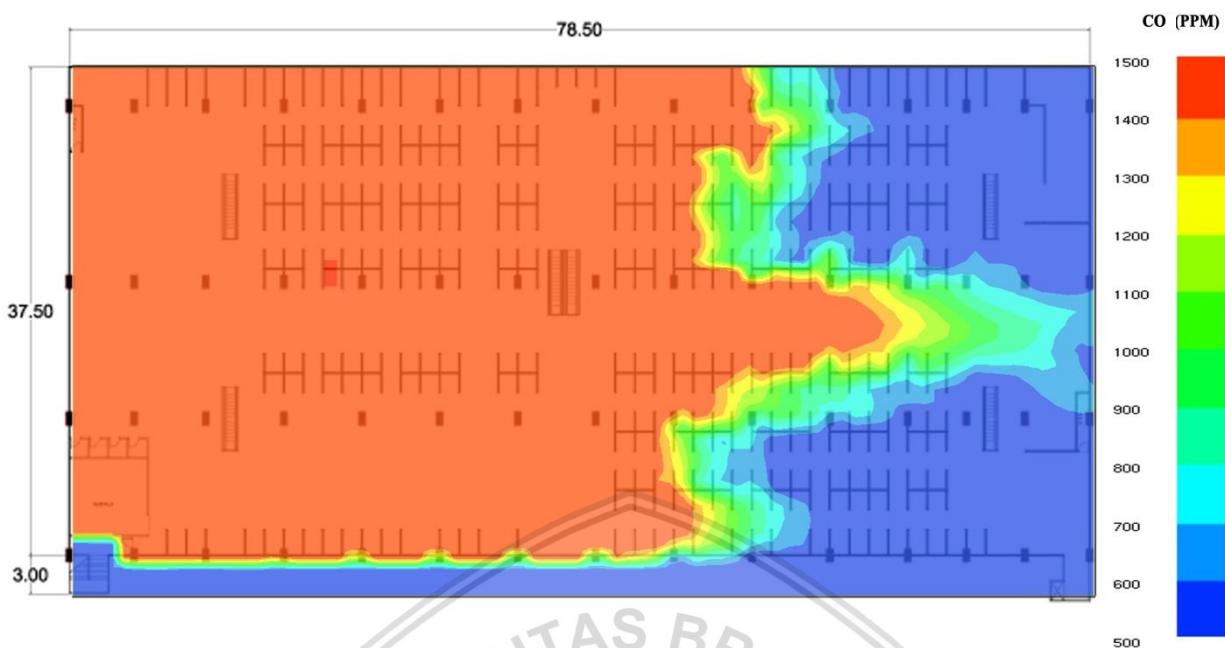


Gambar 4. 39 Kadar CO lantai 3 pada detik 300

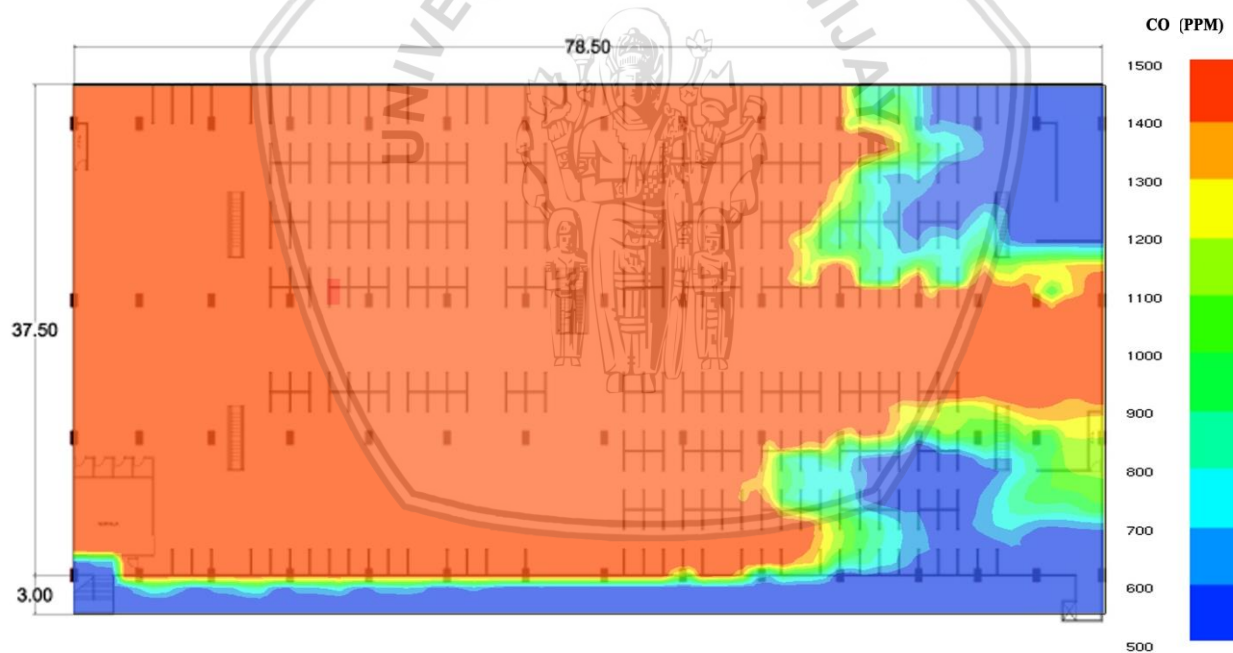


Gambar 4. 40 Kadar CO lantai 3 pada detik 600

Pada lantai 3 detik 300, kadar CO sudah menutupi salah satu jalur eskalator lantai 3 dan jalur koridor menuju tangga darurat masih aman untuk dilalui (Gambar 4.39). Kemudian, pada detik 600 persebaran CO sudah mulai menutupi hingga eskalator tengah pada lantai 3 (Gambar 4.40) dan jalur akses tangga darurat sudah tidak aman untuk dilalui.



Gambar 4. 41 Kadar CO lantai 3 pada detik 900

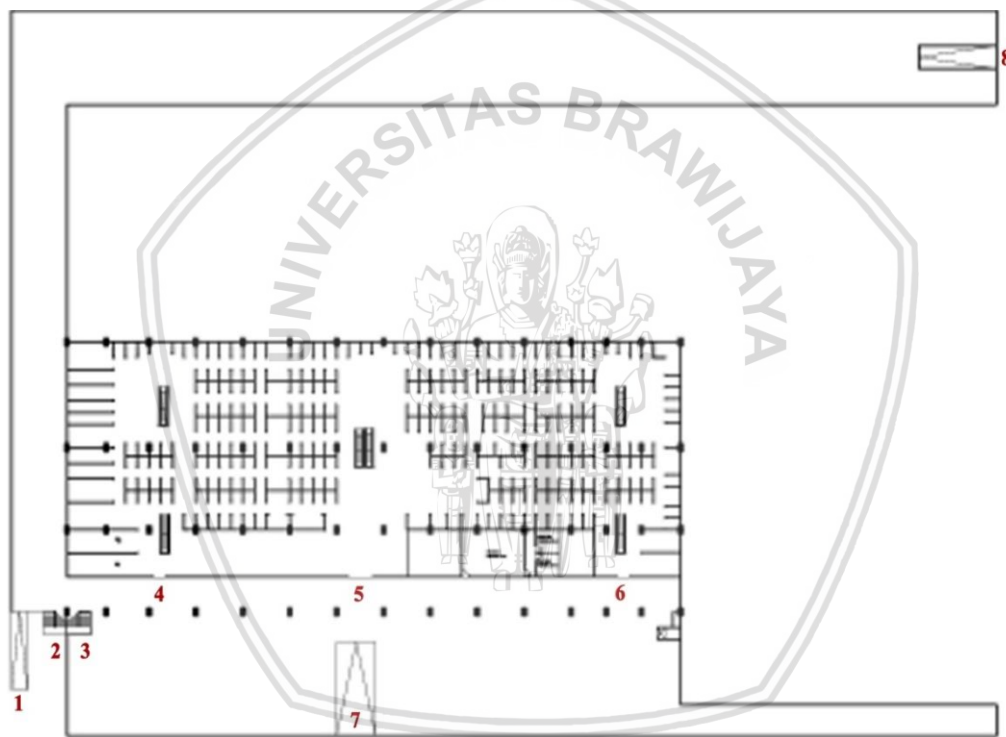


Gambar 4. 42 Kadar CO lantai 3 pada detik 1200

Persebaran asap dan CO pada lantai 3 merupakan yang tercepat didalam bangunan berdasarkan hasil simulasi, pada detik 900 (Gambar 4.41) dan 1200 (Gambar 4.42) persebaran CO sudah hampir mencapai tingkat berbahaya pada hampir seluruh ruangan dan koridor pada lantai 3.

4.5 Analisis *Required Safe Egress Time* (RSET) Bangunan Pasar Kering

Analisis RSET pada bangunan pasar kering dilakukan untuk mengetahui waktu yang diperlukan oleh penghuni bangunan untuk keluar dari dalam bangunan menuju titik kumpul atau jalan raya dengan menggunakan simulasi pathfinder. Penghuni bangunan dibagi menjadi 2 yaitu pengunjung dengan jumlah 1.200 orang dan pedagang dengan jumlah 1056 orang. Kecepatan berjalan penghuni adalah 1,2 m/s. Pada simulasi pertama, akses eskalator ditutup sehingga penghuni hanya dapat keluar melalui pintu darurat sedangkan pada lantai 1, penghuni keluar melalui pintu utama bangunan. Pintu keluar bangunan dikondisikan dapat diakses hingga seluruh penghuni dapat keluar dari dalam bangunan.



Gambar 4. 43 Akses keluar pasar kering

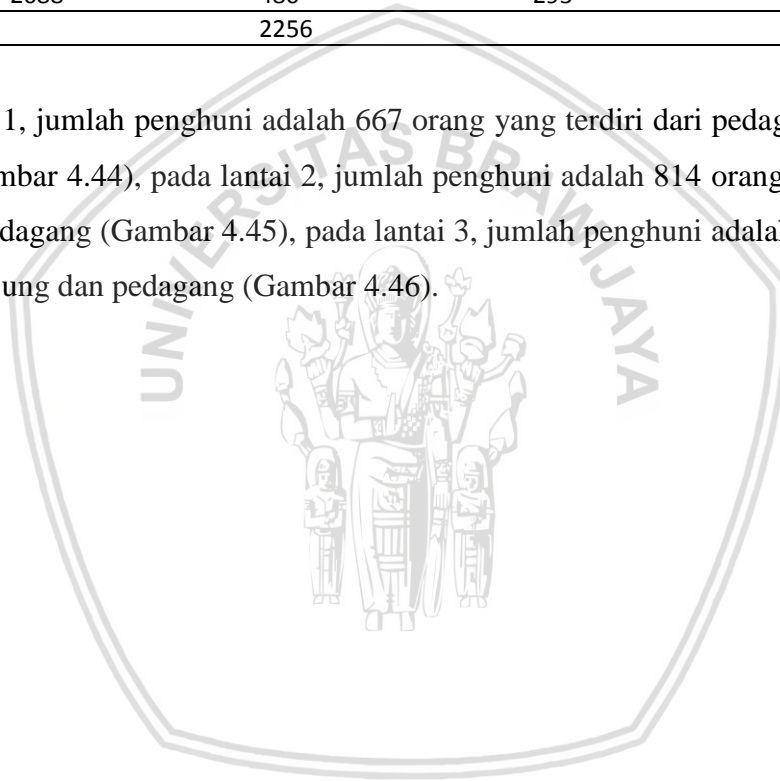
- Keterangan :
1. Ramp menuju area luar pasar basah
 2. Tangga menuju area luar pasar basah
 3. Tangga darurat
 4. Pintu masuk kanan bangunan pasar kering
 5. Pintu masuk utama bangunan pasar kering
 6. Pintu masuk kiri bangunan pasar kering
 7. Ramp menuju jl.pahlawan
 8. Ramp menuju jl. Perniagaan

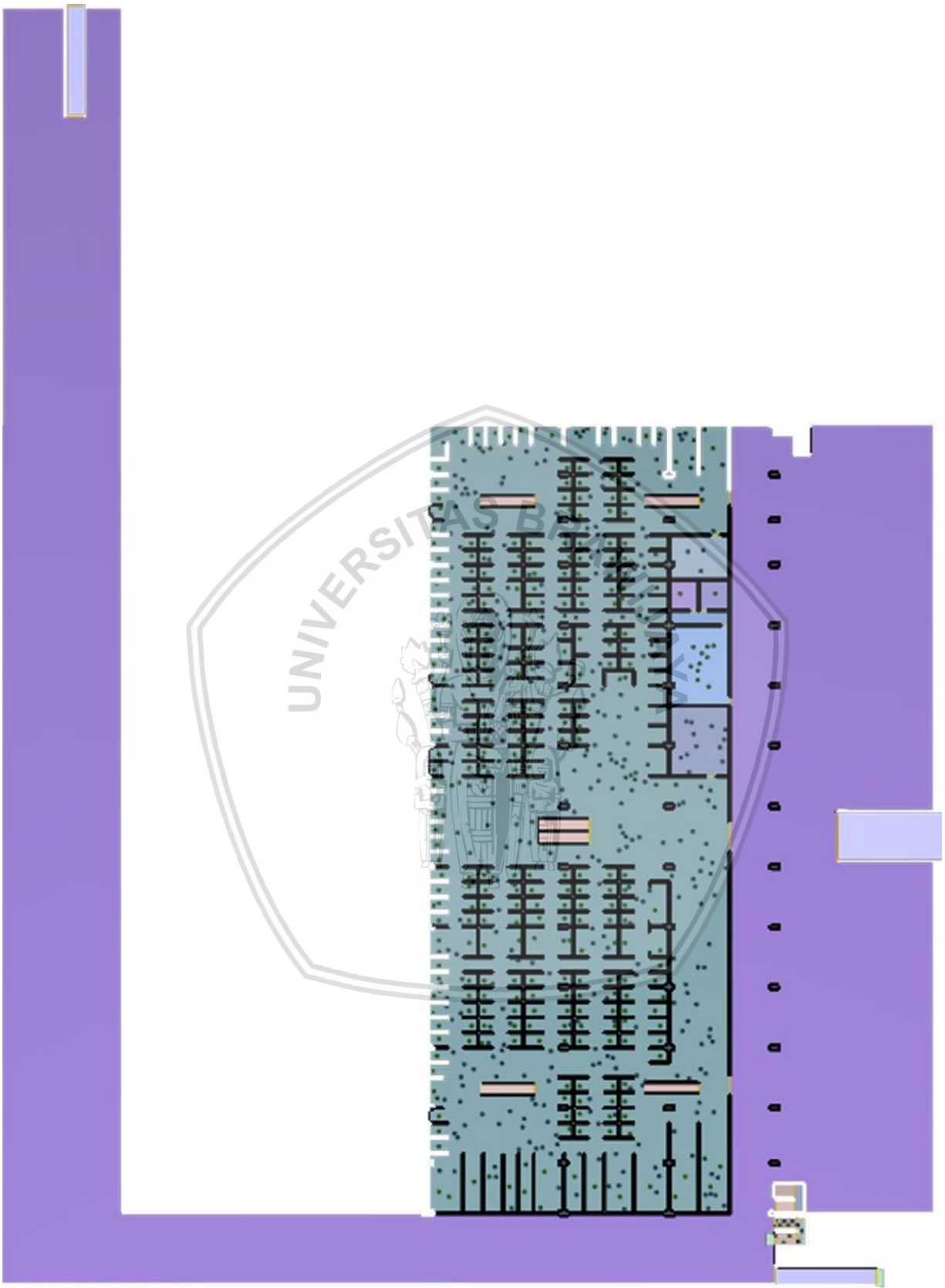
Pada simulasi, penghuni dianggap sudah aman apabila telah keluar dari bangunan melalui akses 1,2,7 dan 8 (Gambar 4.43) yang terhubung langsung dengan area luar bangunan pasar. Jumlah pengunjung bangunan, dihitung berdasarkan standard okupansi bangunan komersial yaitu 5,6 org/m² sedangkan jumlah pedagang berdasarkan jumlah kios yang ada didalam bangunan pasar kering. Berikut adalah tabel jumlah penghuni bangunan dan luas lantai bangunan :

Tabel 4 7 Jumlah Penghuni Bangunan

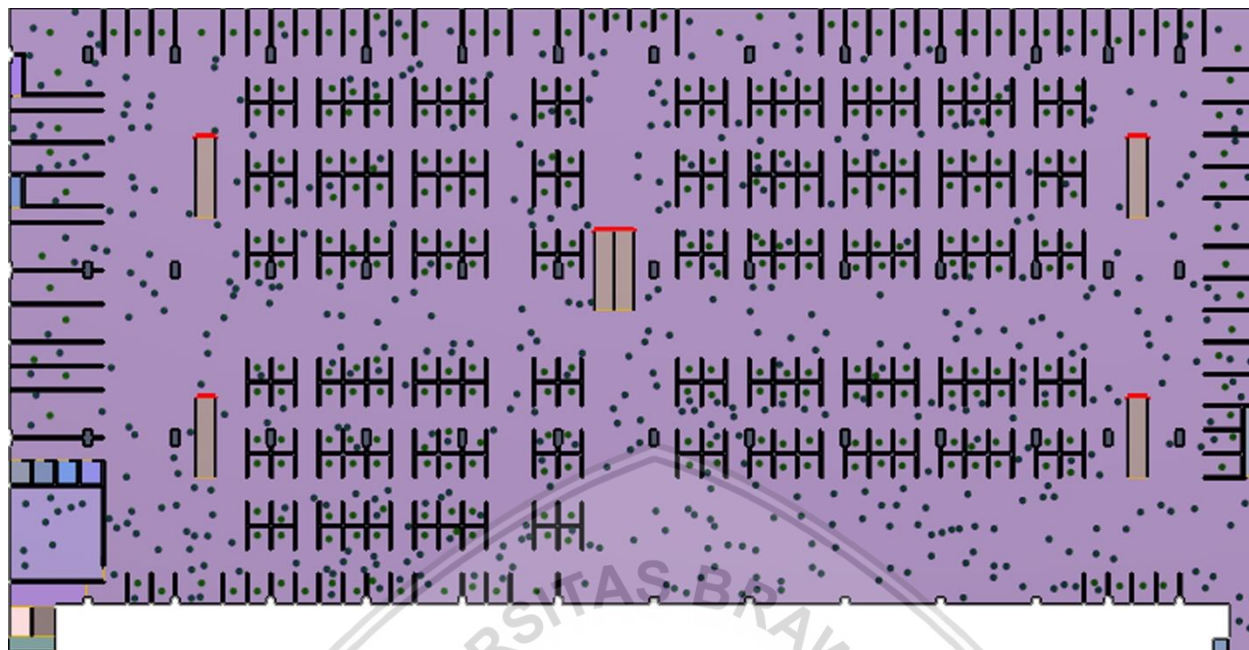
Lantai	Luas (m ²)	Pengunjung	Pedagang	Pengelola
1	2028	373	282	12
2	2688	480	334	-
3	2688	480	295	-
Total Penghuni		2256		

Pada lantai 1, jumlah penghuni adalah 667 orang yang terdiri dari pedagang, pengunjung dan pengelola (Gambar 4.44), pada lantai 2, jumlah penghuni adalah 814 orang yang terdiri dari pengunjung dan pedagang (Gambar 4.45), pada lantai 3, jumlah penghuni adalah 775 orang yang terdiri dari pengunjung dan pedagang (Gambar 4.46).

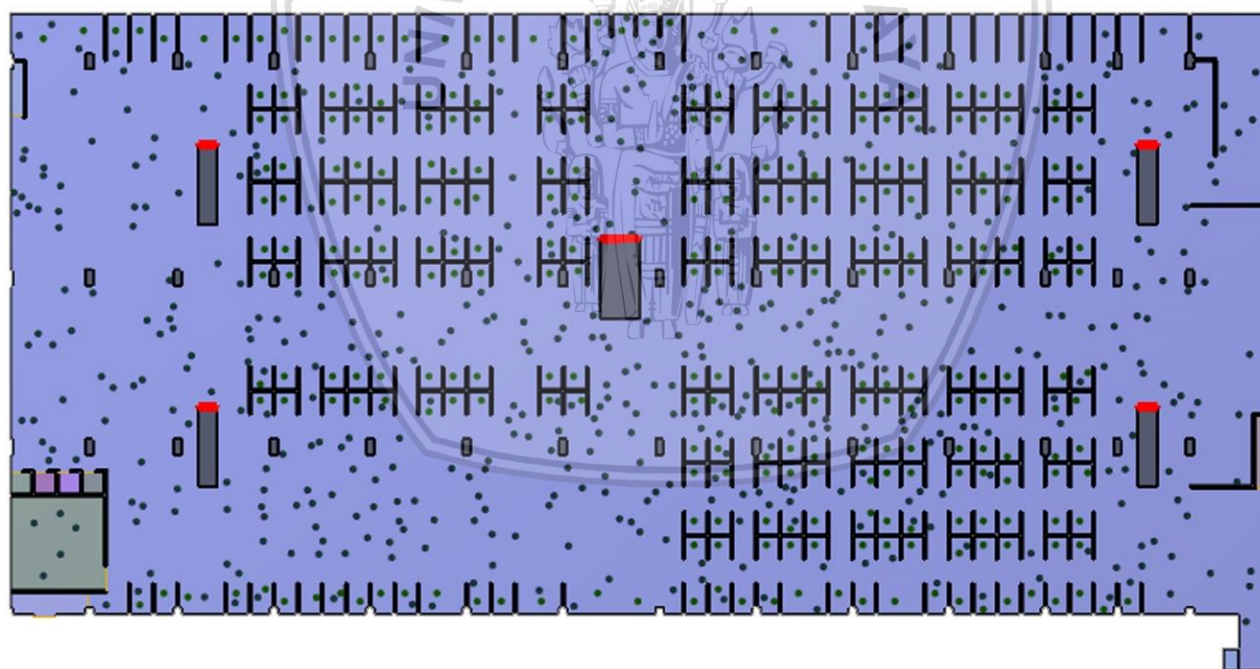




Gambar 4. 44 Posisi Penghuni Lantai 1 pada detik 0



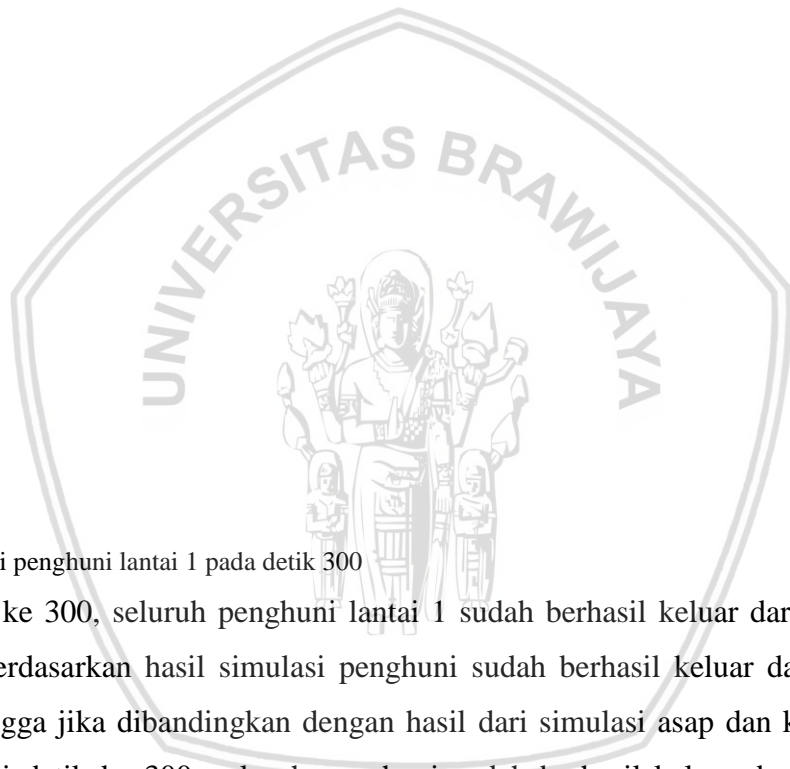
Gambar 4. 45 Posisi Penghuni Lantai 2 pada detik 0



Gambar 4. 46 Posisi Penghuni Lantai 3 pada detik 0

Berikut adalah hasil simulasi pada tiap lantai bangunan pasar kering pada pasar segiri tiap 300 detik hingga penghuni telah meninggalkan lantai bangunan tersebut :





Gambar 4. 47 Evakuasi penghuni lantai 1 pada detik 300

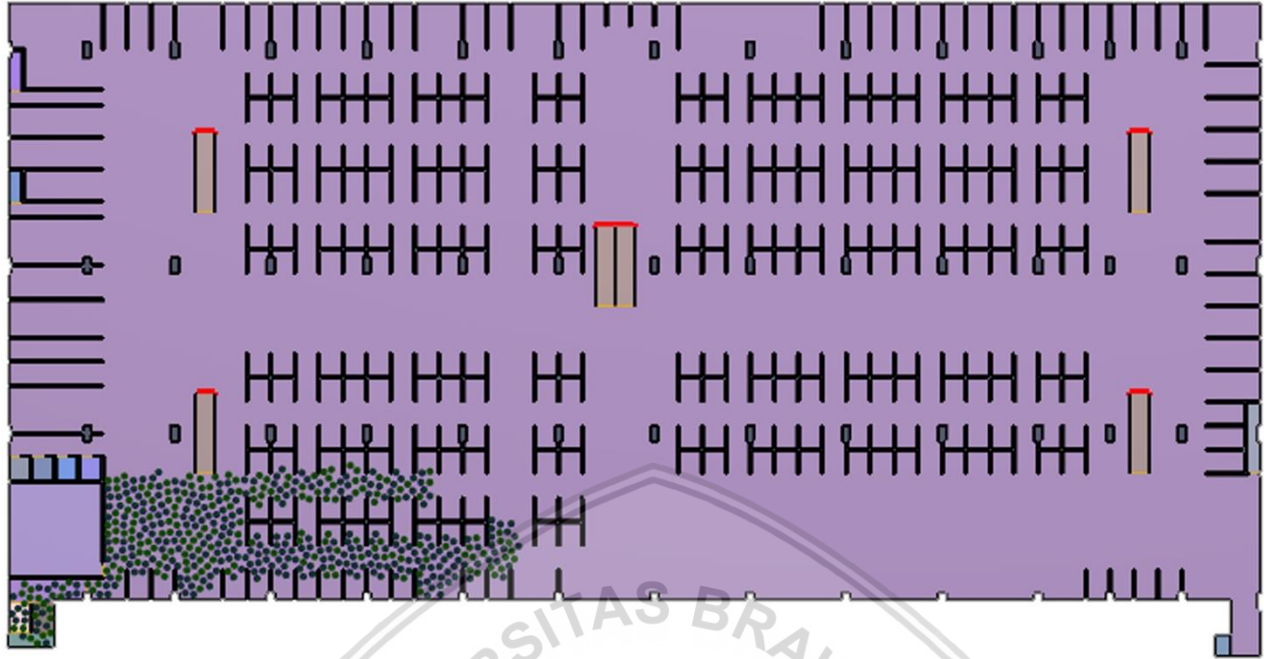
Pada detik ke 300, seluruh penghuni lantai 1 sudah berhasil keluar dari dalam ruangan (Gambar 4.47). Berdasarkan hasil simulasi penghuni sudah berhasil keluar dari lantai 1 pada detik ke 106 sehingga jika dibandingkan dengan hasil dari simulasi asap dan kondisi CO pada ruangan lantai 1 di detik ke 300, seluruh penghuni sudah berhasil keluar dari dalam ruangan sebelum pintu keluar tidak dapat diakses karena kadar CO sudah melewati batas aman.



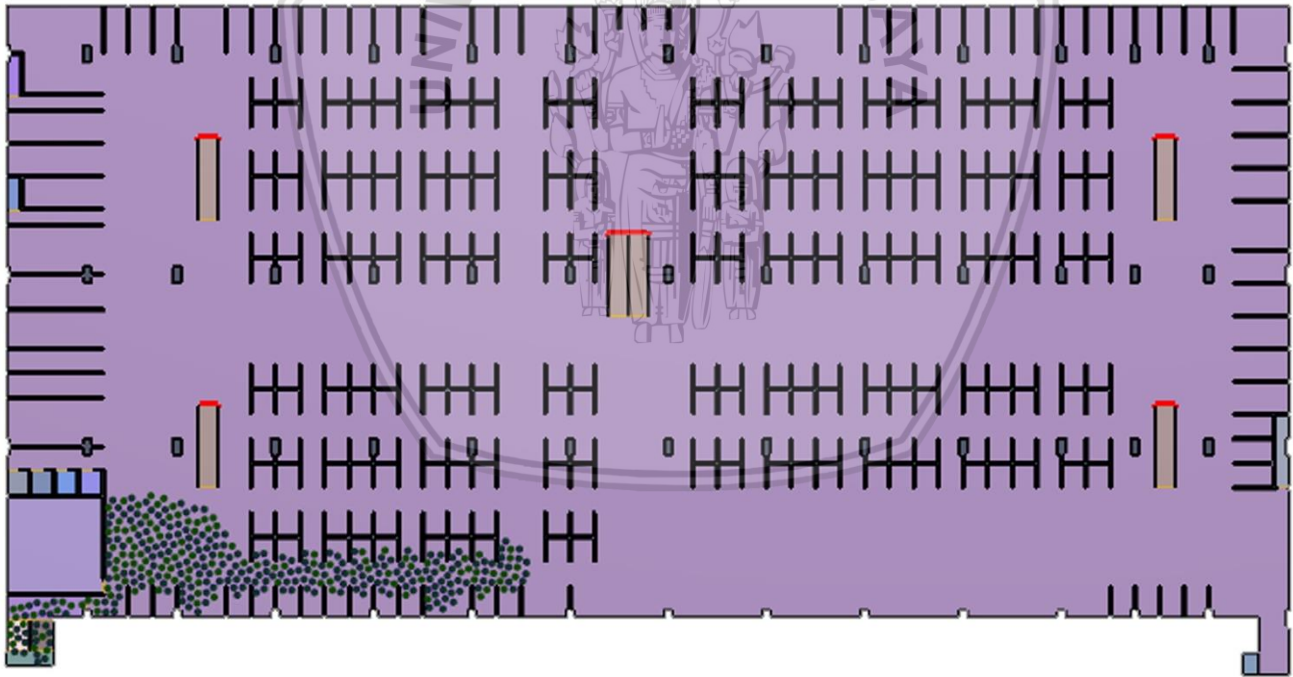
Gambar 4. 48 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 300



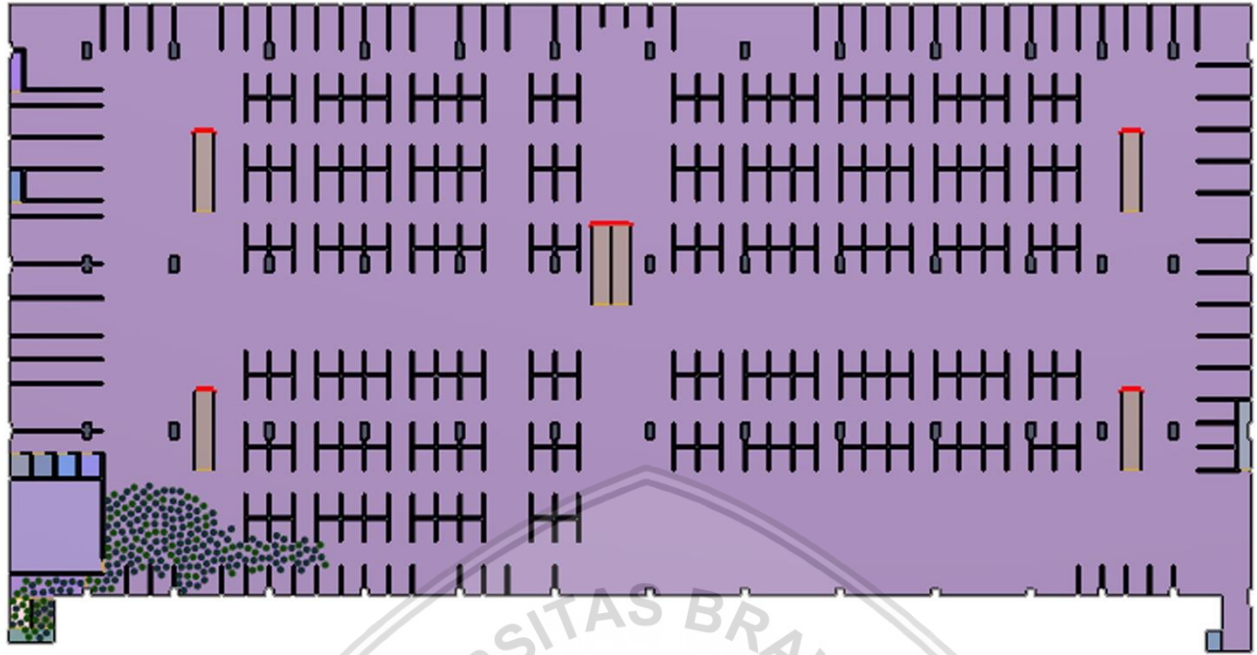
Gambar 4. 49 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 600



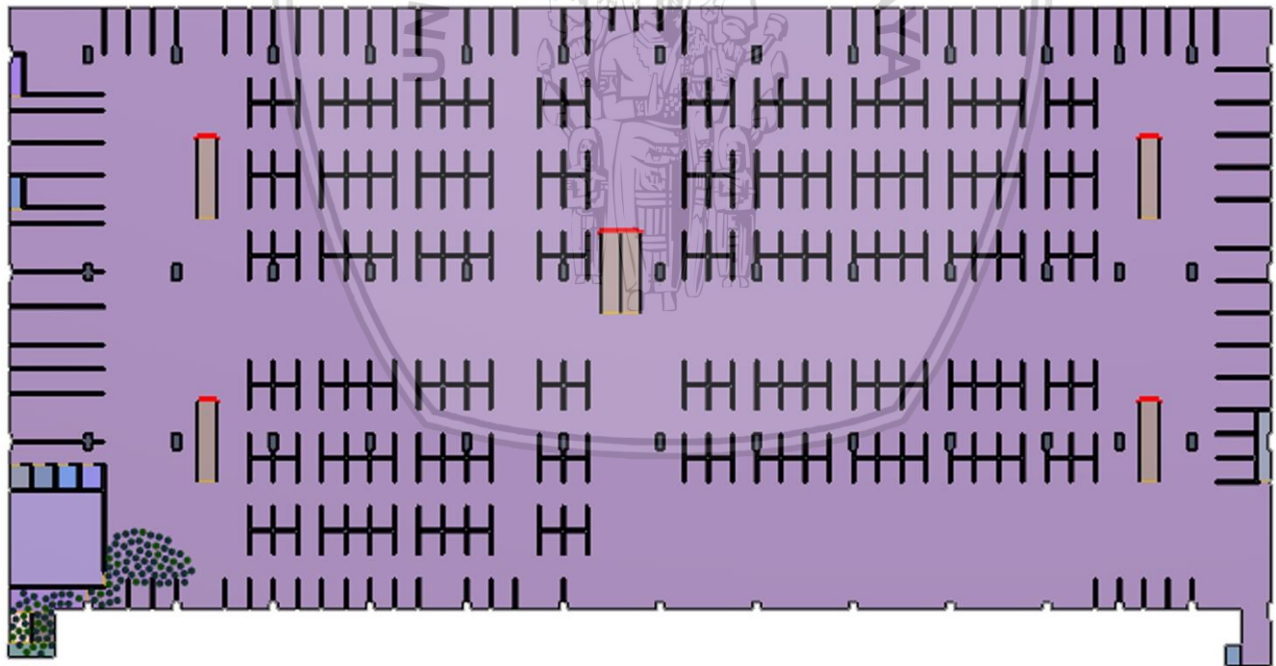
Gambar 4. 50 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 900



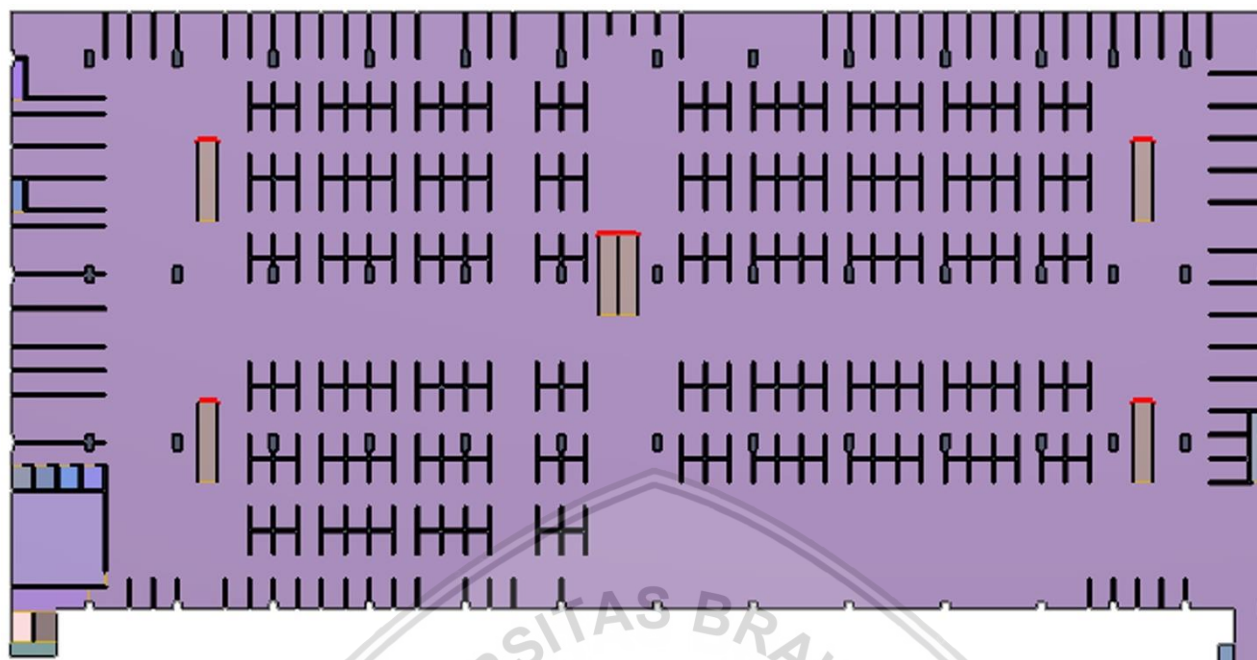
Gambar 4. 51 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1200



Gambar 4. 52 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1500



Gambar 4. 53 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1800



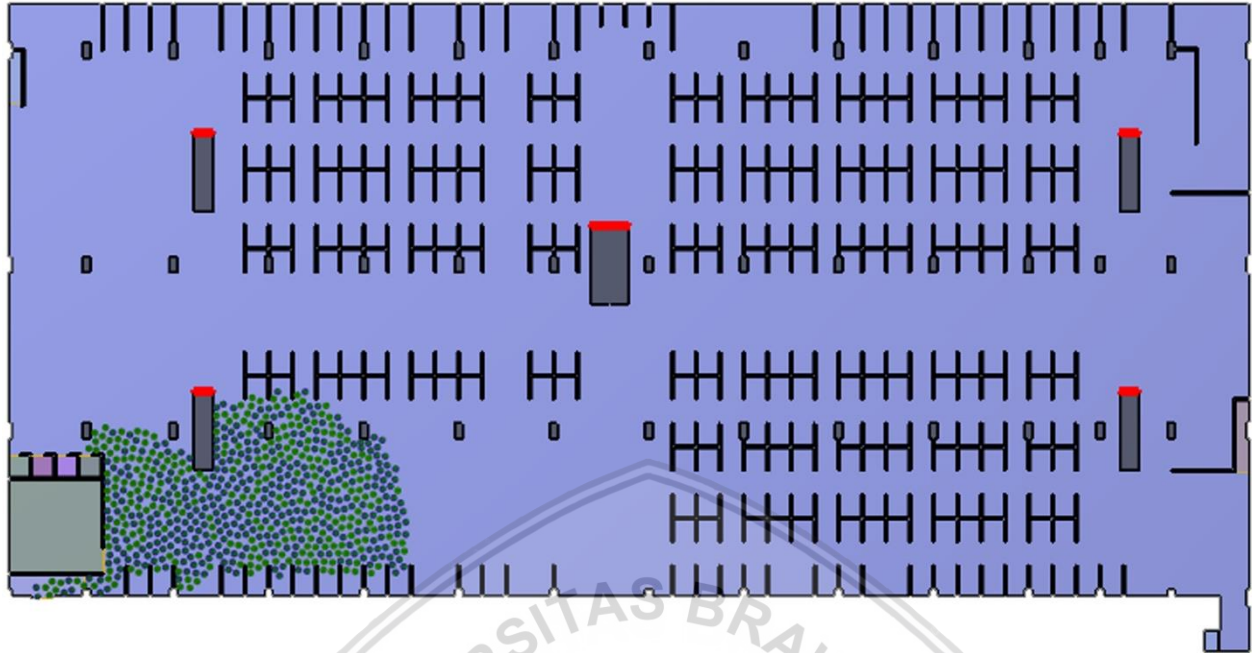
Gambar 4. 54 Evakuasi penghuni lantai 2 detik 1955

Pada detik ke – 300, jumlah penghuni yang pada lantai 2 adalah 686 orang (Gambar 4.48), Pada detik ke – 600, jumlah penghuni yang pada lantai 2 adalah 560 orang (Gambar 4.49), Pada detik ke – 900, jumlah penghuni yang pada lantai 2 adalah 440 orang (Gambar 4.50), Pada detik ke – 1200, jumlah penghuni yang pada lantai 2 adalah 320 orang (Gambar 4.51), Pada detik ke – 1500, jumlah penghuni yang pada lantai 2 adalah 186 orang (Gambar 4.52), Pada detik ke – 1800, jumlah penghuni yang pada lantai 2 adalah 62 orang (Gambar 4.53). Seluruh penghuni berhasil keluar dari lantai 2 dalam waktu 1955 detik (Gambar 4.54)

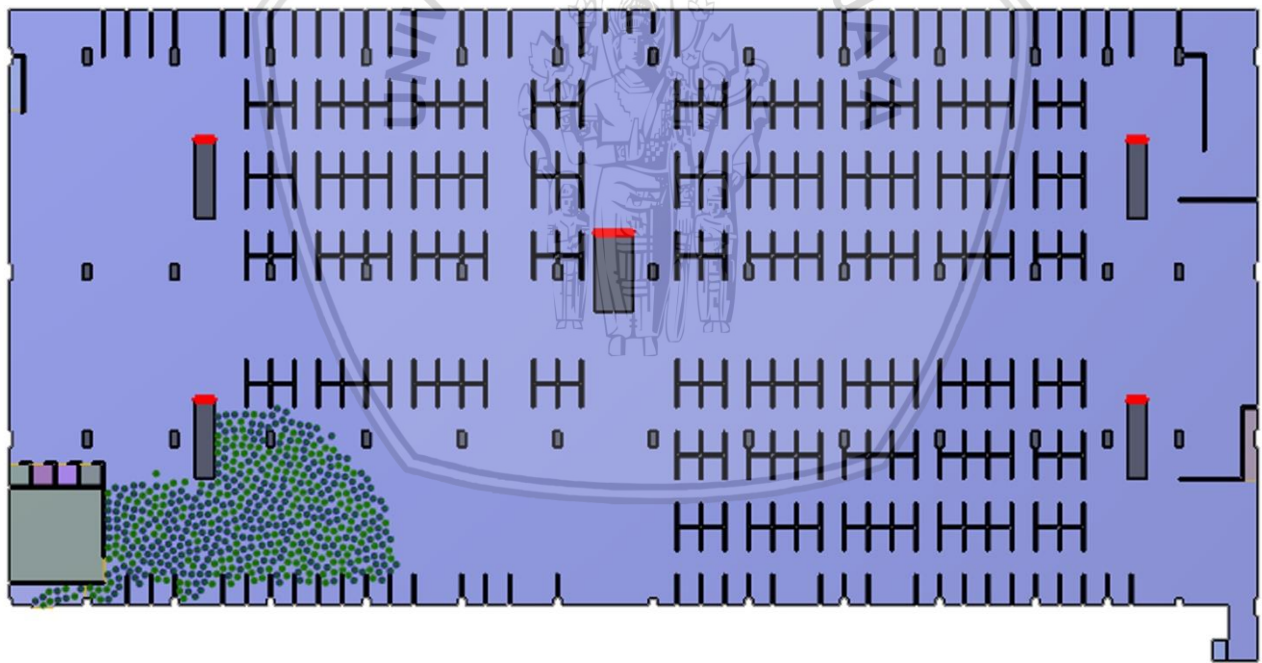
berikut adalah rincian jumlah penghuni lantai 2 dalam tiap 300 detik hingga lantai 2 kosong :

Tabel 4 8 Rincian evakuasi penghuni lantai 2

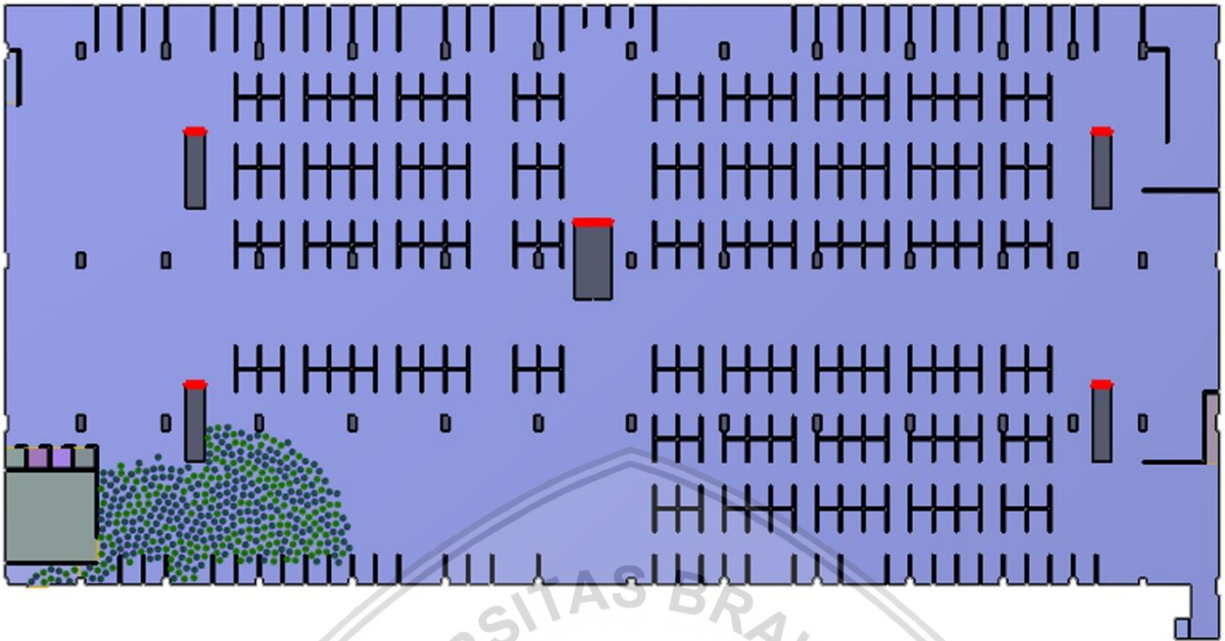
Waktu (detik)	Sisa Penghuni pada Lantai 2 (orang)
0	814
300	686
600	560
900	440
1200	320
1500	186
1800	62
1955	0



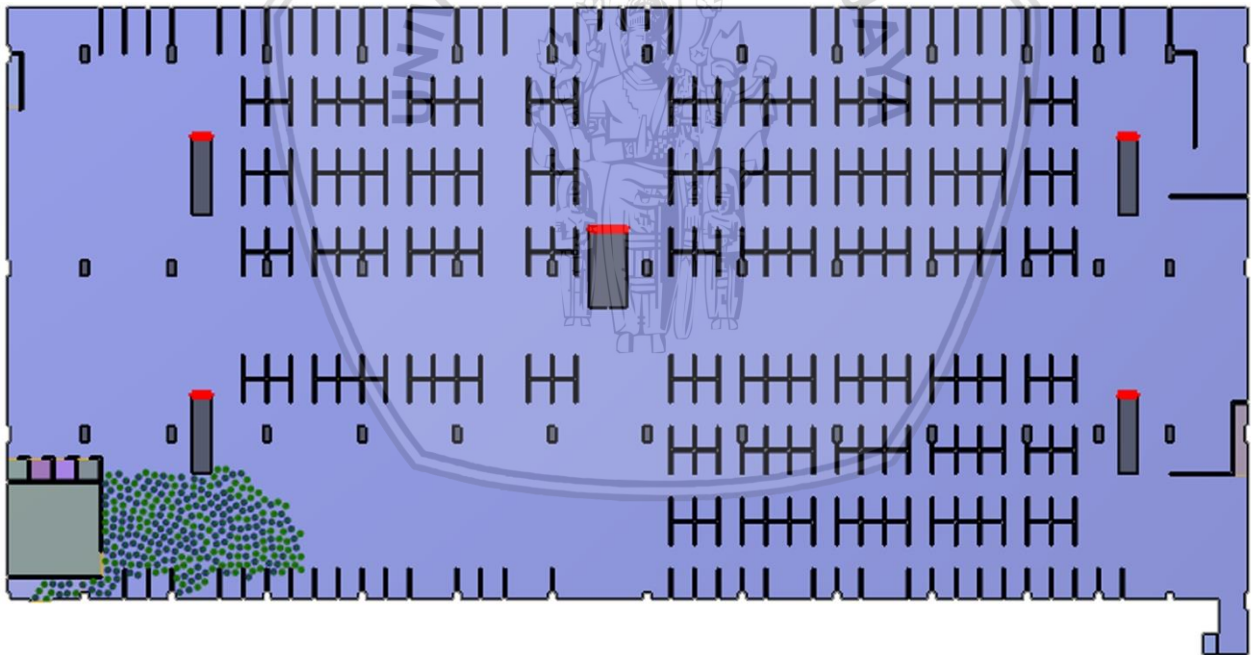
Gambar 4. 55 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 300



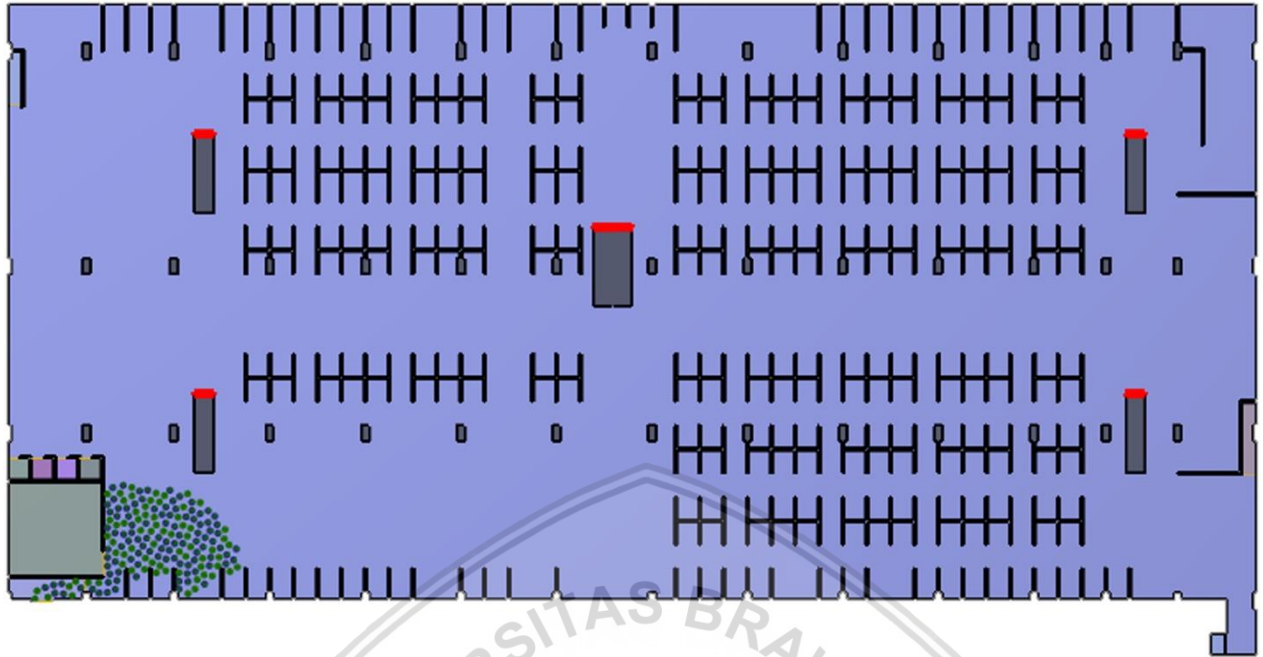
Gambar 4. 56 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 600



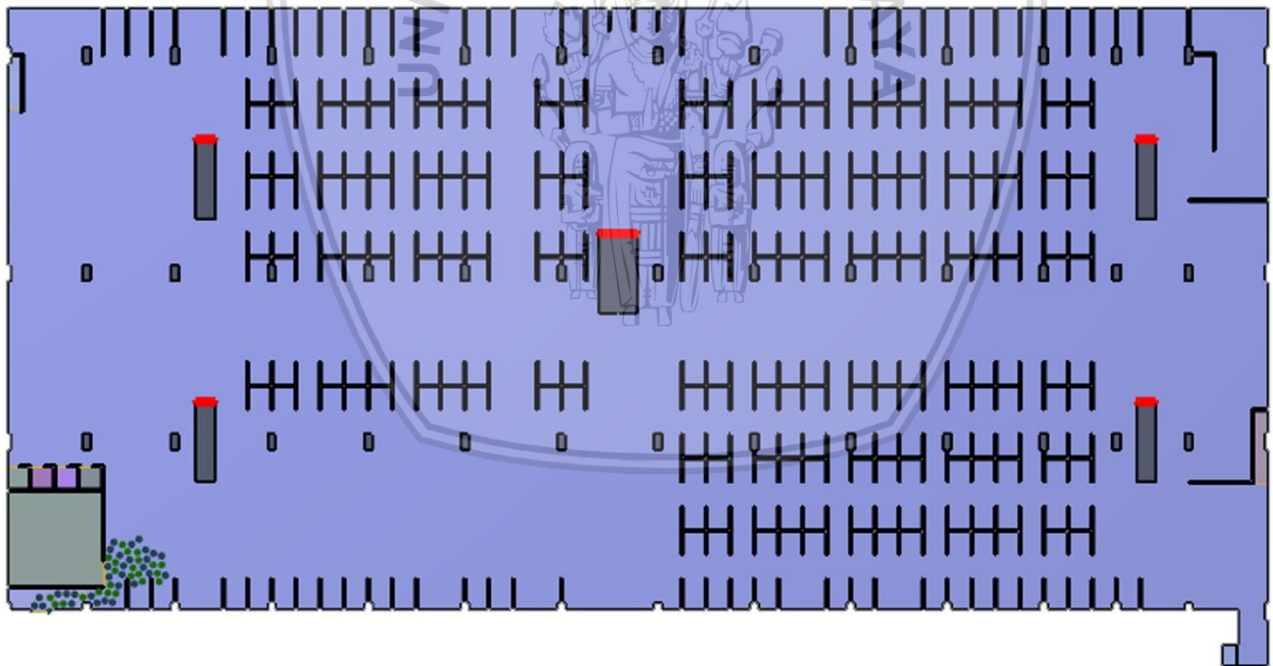
Gambar 4. 57 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 900



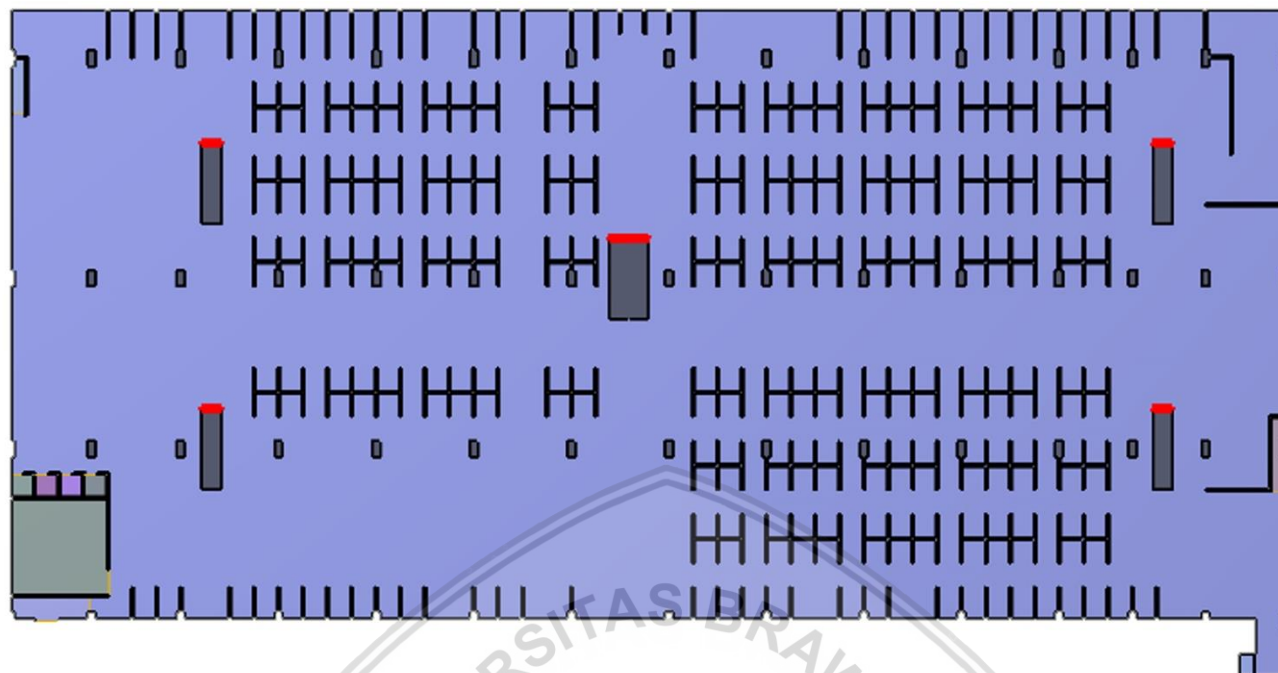
Gambar 4. 58 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1200



Gambar 4. 59 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1500



Gambar 4. 60 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1800



Gambar 4. 61 Evakuasi penghuni lantai 3 detik 1911,5

Pada detik ke – 300, jumlah penghuni yang pada lantai 3 adalah 631 orang (Gambar 4.55), Pada detik ke – 600, jumlah penghuni yang pada lantai 3 adalah 513 orang (Gambar 4.56), Pada detik ke – 900, jumlah penghuni yang pada lantai 3 adalah 393 orang (Gambar 4.57), Pada detik ke – 1200, jumlah penghuni yang pada lantai 3 adalah 273 orang (Gambar 4.58), Pada detik ke – 1500, jumlah penghuni yang pada lantai 3 adalah 159 orang (Gambar 4.59), Pada detik ke – 1800, jumlah penghuni yang pada lantai 3 adalah 42 orang (Gambar 4.60). Seluruh penghuni berhasil keluar dari lantai 3 dalam waktu 1911,5 detik (Gambar 4.61)

berikut adalah rincian jumlah penghuni lantai 3 dalam tiap 300 detik hingga lantai 3 kosong :

Tabel 4 9 Rincian evakuasi penghuni lantai 3

Waktu (detik)	Sisa Penghuni pada Lantai 3 (orang)
0	775
300	631
600	513
900	393
1200	273
1500	159
1800	42
1911,5	0

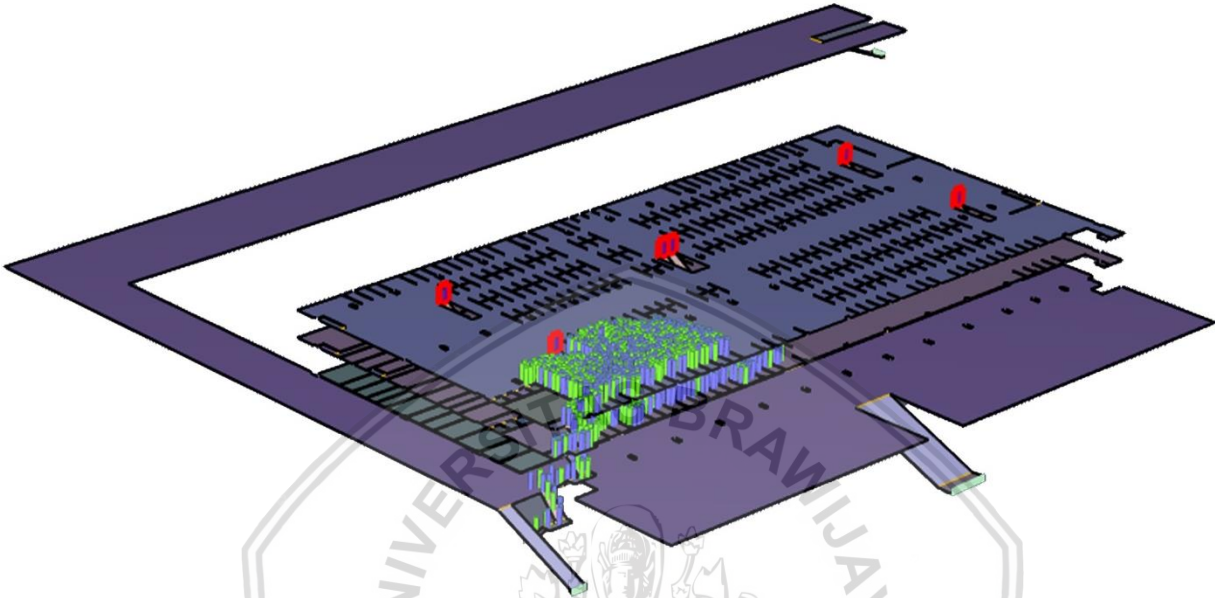
Jika dibandingkan dengan hasil simulasi asap dan CO pada bangunan, akses tangga darurat pada lantai 2 dan 3 pada detik ke 600 kadar CO sudah mencapai 1500 ppm. Batas ketahanan manusia untuk terpapar gas CO dengan 1500 ppm adalah 30 menit sebelum kehilangan kesadaran. Akan tetapi, hingga detik ke – 1800, jumlah penghuni yang masih ada pada lantai 2 dan 3 adalah 104 orang sehingga, kemungkinan pada saat terjadi kebakaran pada pasar kering, sebanyak 104 orang tidak dapat melakukan evakuasi karena kehilangan kesadaran yang disebabkan oleh gas CO

Pada lantai 1 karena terdapat 3 buah pintu yang memiliki lebar 1,5 – 2 m, menyebabkan penumpukan penghuni pada pintu keluar tidak lama sehingga penghuni dapat keluar dari dalam bangunan dalam waktu 106 detik untuk selanjutnya melakukan evakuasi menuju titik aman yang berada diluar kawasan pasar segiri. Pada lantai 2 dan 3, akses menuju eskalator ditutup sehingga penghuni hanya bisa keluar dari bangunan pasar kering melalui tangga darurat yang terhubung dengan area parkir pasar kering. Karena penghuni hanya bisa keluar melalui 1 pintu menyebabkan terjadinya penumpukan pada tangga darurat sehingga proses evakuasi menghabiskan waktu 1955 detik berikut adalah tabel yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan penghuni pertama dan penghuni terakhir untuk mencapai pintu keluar dan jumlah orang yang melewati pintu tiap detiknya (*Flow Capacity*)

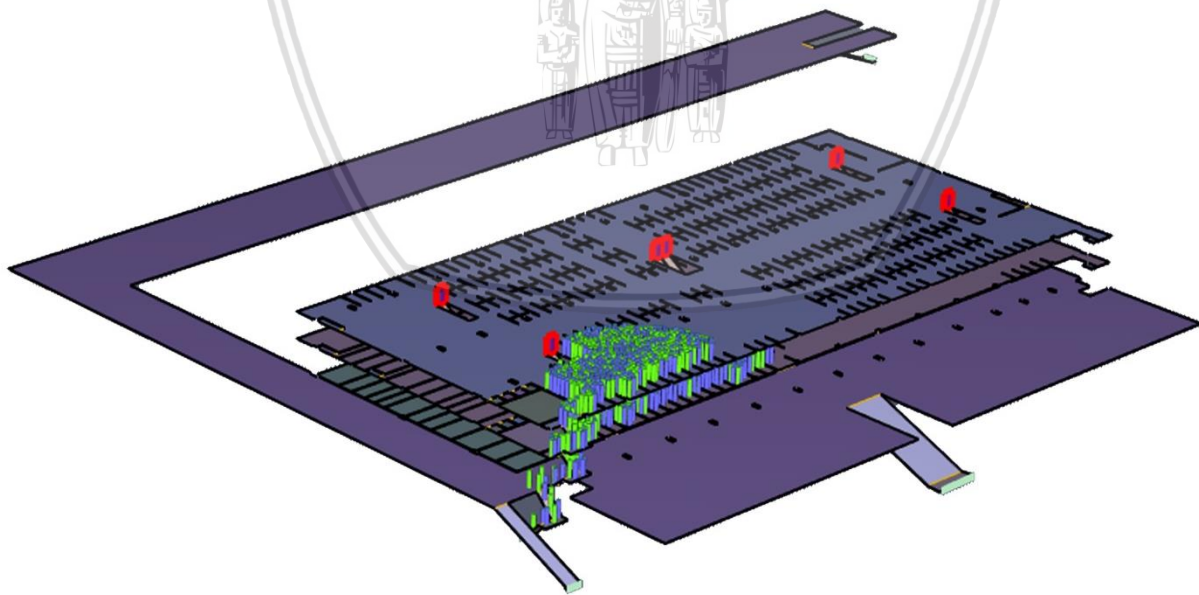
Tabel 4 10 Penggunaan pintu keluar bangunan pasar kering

Pintu	Lebar (m)	Total digunakan (orang)	Waktu pertama (detik)	orang keluar	Waktu terakhir (detik)	orang keluar	Flow capacity (org/dtk)
Pintu 1 Lantai 1	1,5	220	2,6		106,4		2,12
Pintu 2 Lantai 1	3	340	2,8		62,4		1,59
Pintu 3 Lantai 1	1,5	95	2,6		94,5		3,7
Pintu Tangga Darurat lt.2	0.8	814	2,6		1955.9		0,41
Pintu Tangga Darurat lt.3	0.8	775	1,5		1911,5		0.41

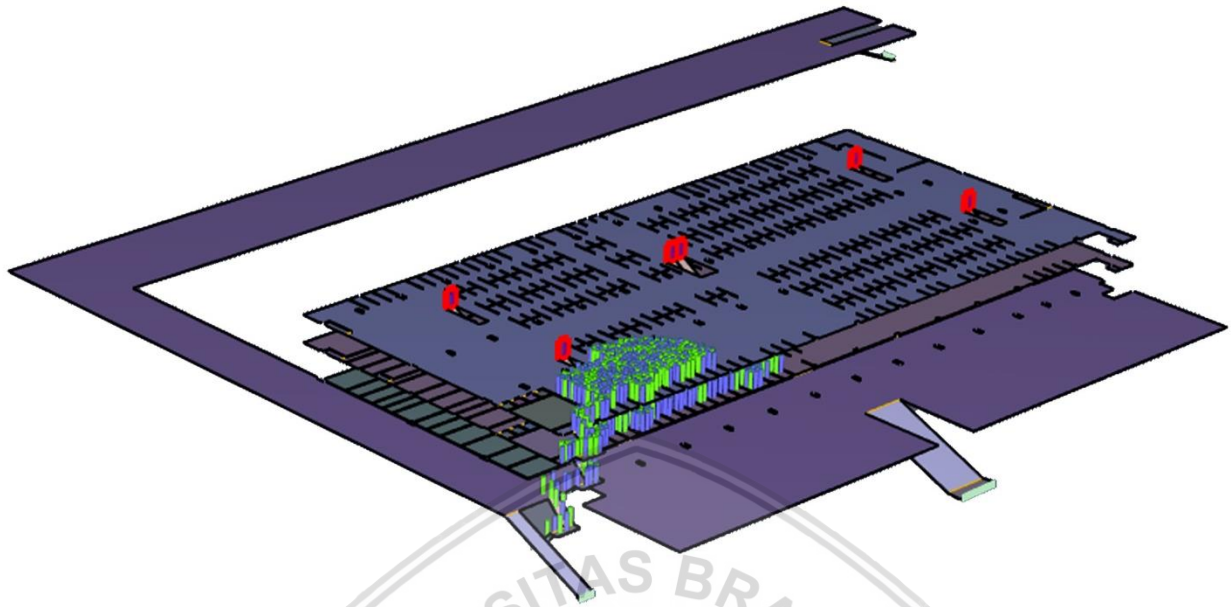
Kemudian berikut adalah hasil simulasi evakuasi penghuni hingga mencapai luar bangunan pasar segiri :



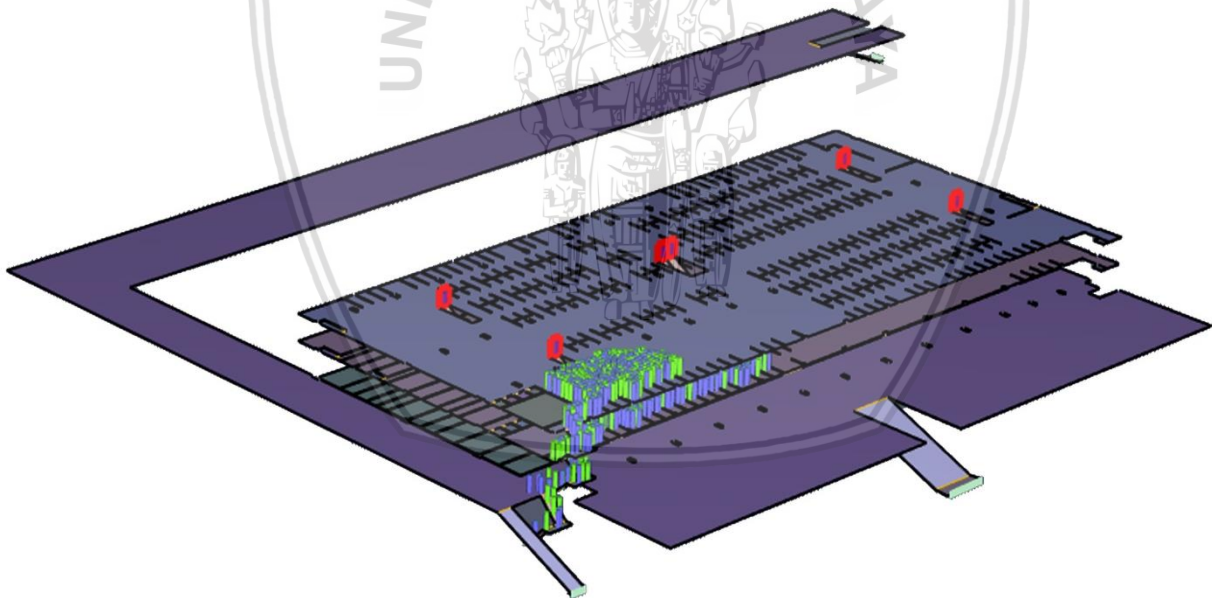
Gambar 4. 62 Evakuasi penghuni pasar kering detik 300



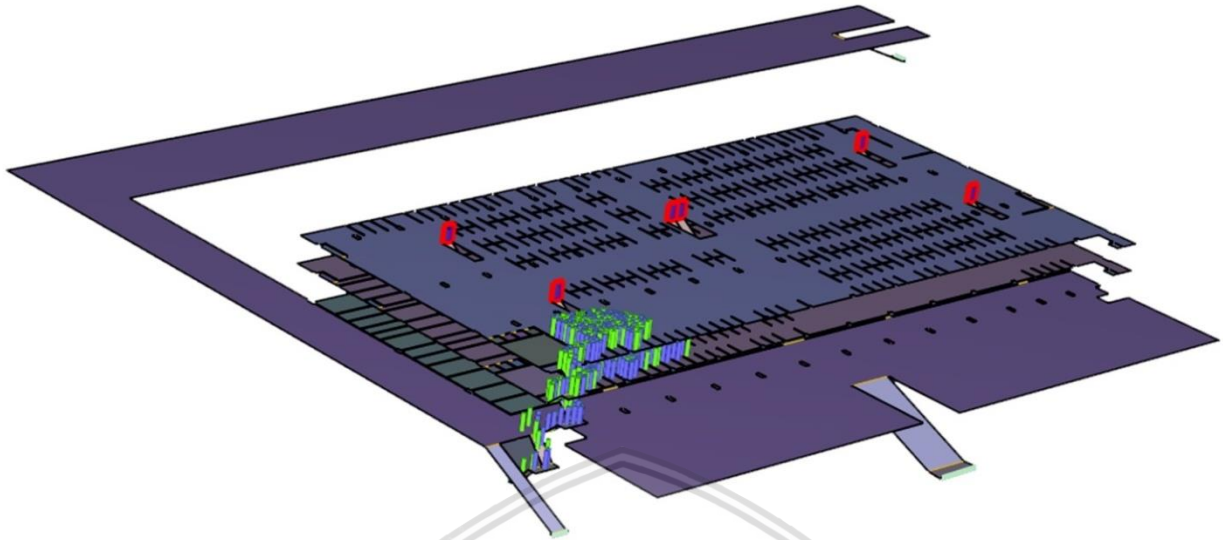
Gambar 4. 63 Evakuasi penghuni pasar kering detik 600



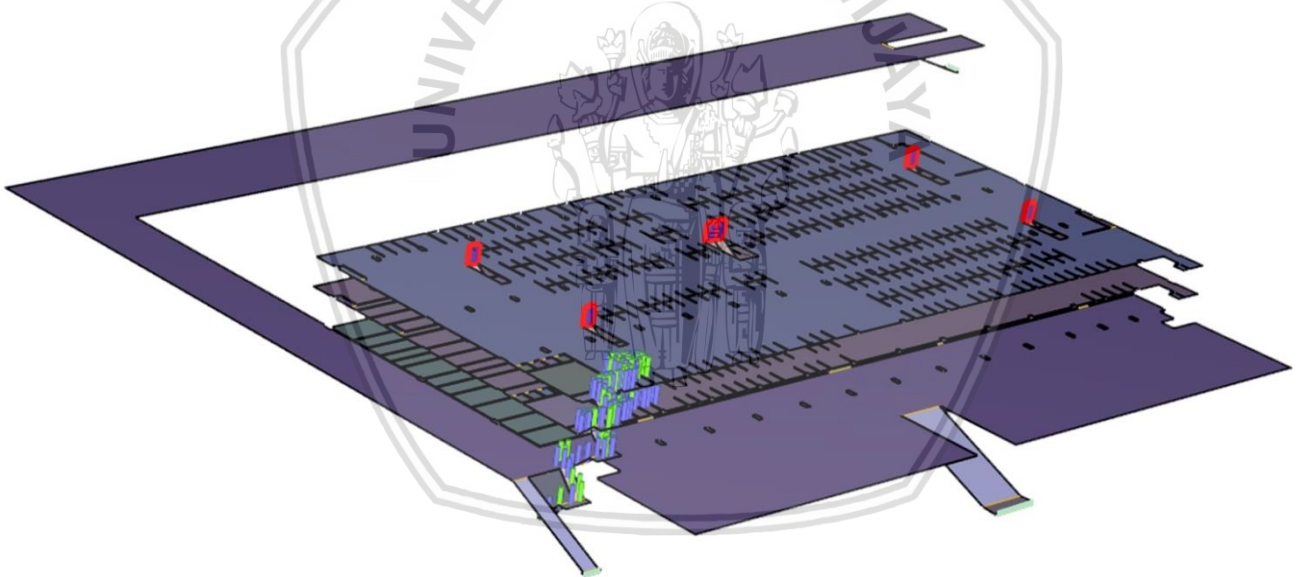
Gambar 4. 64 Evakuasi penghuni pasar kering detik 900



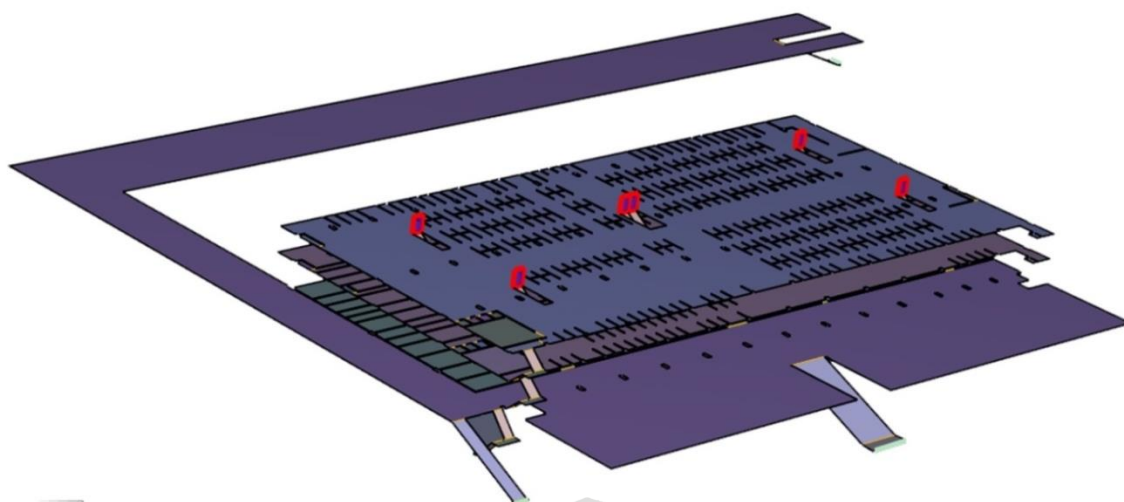
Gambar 4. 65 Evakuasi penghuni pasar kering detik 1200



Gambar 4. 66 Evakuasi penghuni pasar kering detik 1500



Gambar 4. 67 Evakuasi penghuni pasar kering detik 1800



Gambar 4. 68 Evakuasi penghuni pasar kering detik 2036

Berikut adalah tabel yang menunjukkan jumlah penghuni dalam bangunan hingga seluruh penghuni berhasil keluar dari dalam bangunan yaitu pada detik ke 2036:

Tabel 4 11 Jumlah penghuni yang keluar dari bangunan pasar kering

Waktu (detik)	Jumlah Penghuni yang Keluar (org)
300	859
600	1102
900	1342
1200	1583
1500	1828
1800	2071
2036	2256

Berdasarkan hasil simulasi, karena hanya terdapat 1 akses tangga darurat yang bisa digunakan pada saat kebakaran maka, terjadi penumpukan penghuni pada tangga darurat saat dilakukan evakuasi yang menyebabkan proses evakuasi berjalan lambat. Pada detik ke – 300, jumlah penghuni yang belum mencapai titik aman adalah 1397 orang (Gambar 4.62) pada detik ke – 600, jumlah penghuni yang belum mencapai titik aman adalah 1154 orang (Gambar 4.63) pada detik ke – 900, jumlah penghuni yang belum mencapai titik aman adalah 914 orang (Gambar 4.64) pada detik ke – 1200 jumlah penghuni yang belum mencapai titik aman adalah 673 orang (Gambar 4.65) pada detik ke – 1500, jumlah penghuni yang belum mencapai titik aman adalah 428 orang (Gambar 4.66) pada detik ke – 1800, jumlah penghuni yang belum mencapai titik aman adalah 185 orang (Gambar 4.67). Seluruh penghuni dapat dievakuasi menuju titik aman dalam waktu 2036 detik (Gambar 4.68)

Kemudian berikut adalah rincian jumlah penghuni dan waktu orang pertama dan terakhir melalui akses exit keluar dari kawasan pasar segiri :

Tabel 4 12 Penggunaan akses keluar kawasan pasar segiri

Pintu	Lebar (m)	Total digunakan (orang)	Waktu pertama (detik)	orang keluar	Waktu terakhir (detik)	orang keluar	Flow (org/dtk)	capacity
Ramp 1	1.75	168	44,4		147,2		1,63	
Tangga 2	1.5	1630	23,5		2036		0,81	
Ramp 7	5	458	21,5		117,2		4,79	
Ramp 8	2	0	0		0		0	

Dalam perhitungan RSET, perlu diketahui waktu alarm dan deteksi, *pre- movement time* dan waktu pergerakan penghuni hingga keluar bangunan. Pada bangunan pasar segiri, sistem alarm masuk level A1 karena memiliki sistem alarm otomatis yang langsung terhubung dengan detektor dan sprinkler sehingga waktu deteksi adalah 0. Kemudian untuk perkiraan *pre – movement time*, pedagang dan pengunjung dalam kondisi terjaga dan berdasarkan hasil survey, pedagang dan pengunjung memiliki tingkat pengenalan yang baik terhadap layout bangunan. Kemudian level bangunan adalah B2 dengan level manajemen M2 sehingga *pre – movement time* ditentukan adalah 2 menit atau 120 detik. Dengan menjumlahkan waktu deteksi, *pre-movement time* dan waktu pergerakan manusia berdasarkan hasil simulasi, total waktu yang dibutuhkan oleh penghuni adalah 2156 detik

Efek gas CO dengan kadar 1500 ppm apabila dihirup oleh manusia selama 30 menit akan menyebabkan kehilangan kesadaran. Dari hasil simulasi evakuasi dalam waktu 30 menit terdapat 104 orang yang belum keluar dari dalam bangunan dan terpapar gas CO sehingga kemungkinan besar tidak dapat melakukan evakuasi karena kehilangan kesadaran.

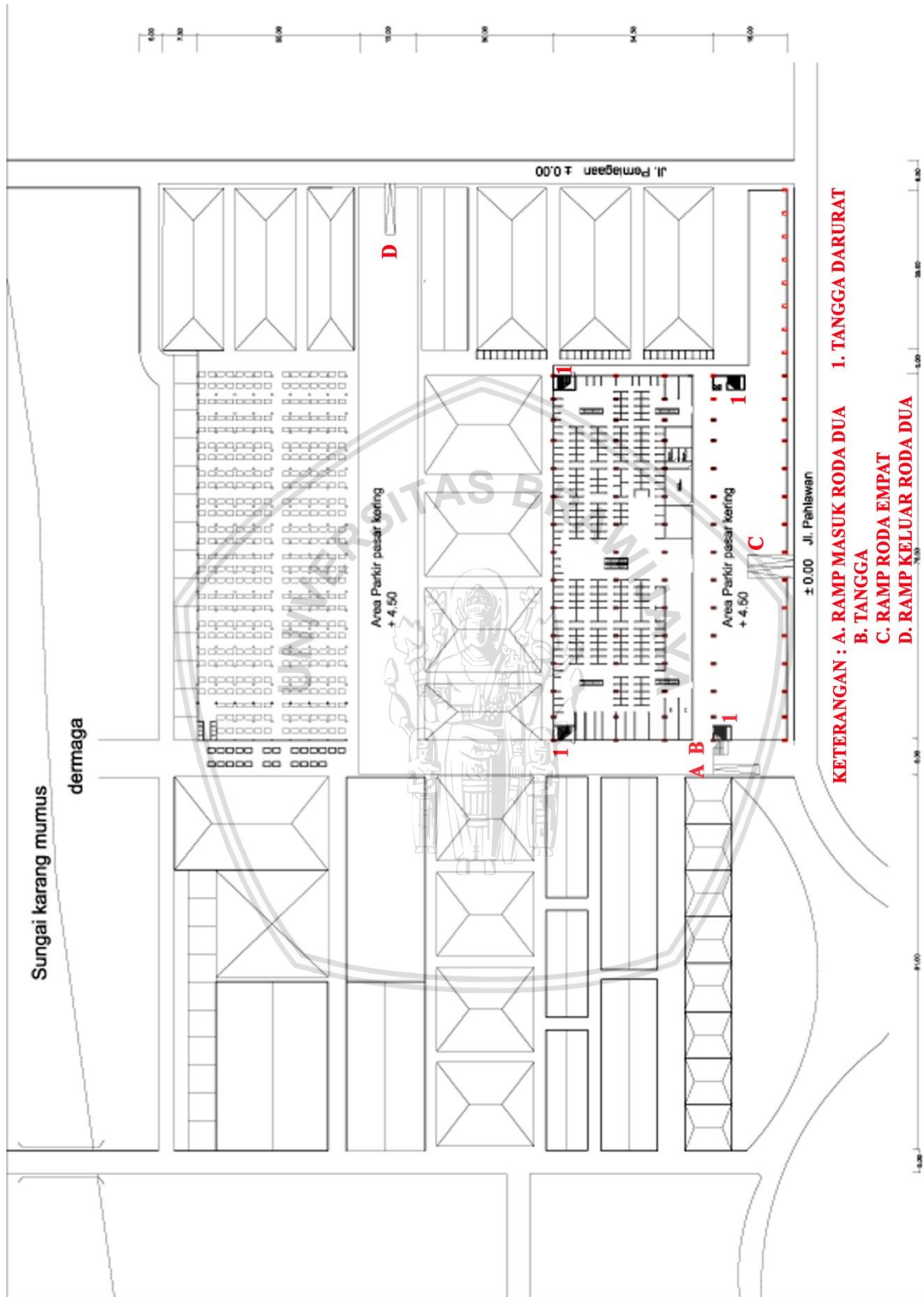
4.6 Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis RSET dan ASET pada bangunan pasar kering, waktu yang dibutuhkan penghuni untuk keluar dari dalam bangunan hingga mencapai titik aman masih lebih lama jika dibandingkan dengan waktu penyebaran asap didalam bangunan pasar kering. Pada pasar kering, pada detik ke 600, akses tangga darurat pada lantai 2 dan 3 sudah tidak dapat digunakan karena kadar CO pada koridor sudah mencapai 1500 ppm dan tidak terdapat tangga darurat lainnya sehingga jumlah penghuni yang kemungkinan tidak dapat melakukan evakuasi adalah 104 orang pada lantai 2 dan lantai 3 .

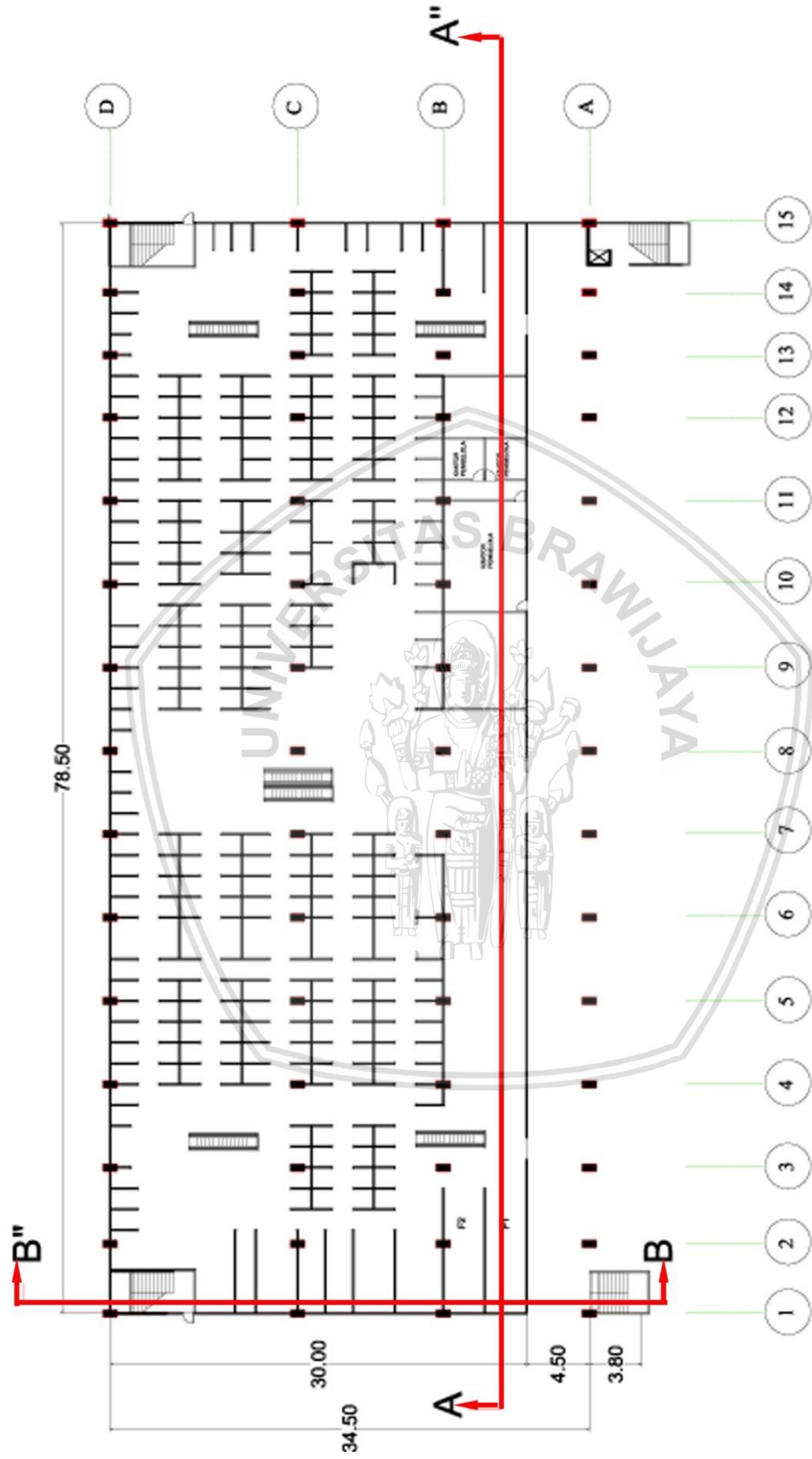
Berdasarkan NFPA 101 tahun 2012 dan PERMEN PU no. untuk bangunan dengan jumlah penghuni per lantai 501 – 1000 orang, jumlah minimal pintu keluar adalah 3 buah. Pada bangunan pasar kering perlu ditambahkan akses tangga darurat sebanyak 3 buah untuk keluar dari dalam bangunan (Gambar 4.69 – 4.72). Dengan ditambahkannya jumlah tangga darurat maka tiap tangga darurat dapat mengurangi beban okupansi yang pada awalnya 1 tangga darurat harus menampung 1589 penghuni dari lantai 2 dan 3 menjadi 398 penghuni pada tiap tangga. Jumlah penghuni terbesar terdapat pada lantai 2 bangunan pasar kering yaitu 814 orang dan beban okupansi tiap tangga adalah 204 sehingga perhitungan lebar tangga darurat akan ditentukan berdasarkan jumlah penghuni lantai 2.

Jarak menuju tiap tangga darurat berdasarkan PERMEN PU/no.26/PRT/M/2008, untuk koridor dengan sprinkler jarak maksimal untuk mencapai tangga darurat adalah 91 m. Pada rekomendasi, jarak terjauh untuk mencapai tangga darurat adalah 78,50 m (Gambar 4.74). sehingga sudah memenuhi persyaratan keamanan yang diterapkan oleh peraturan pemerintah.

Berdasarkan PERMEN PU no 26, penentuan lebar koridor disesuaikan dengan jumlah jalur eksit yang tersedia pada tiap lantai bangunan, berdasarkan jumlah penghuni terbesar pada lantai 2 bangunan yaitu 814 orang kemudian dibagi menjadi 4 berdasarkan jumlah eksit yang tersedia sehingga jumlah penghuni yang harus diakomodasi oleh koridor menuju tiap tangga darurat adalah 204. Berdasarkan Peraturan menteri PU, lebar koridor adalah 5 mm/org sehingga lebar koridor yang disarankan untuk menampung okupansi 204 orang adalah 1 meter sedangkan pada bangunan eksisting, lebar koridor paling kecil adalah 1,5 meter (Gambar 4.73). sehingga tidak diperlukan perubahan pada lebar koridor bangunan.



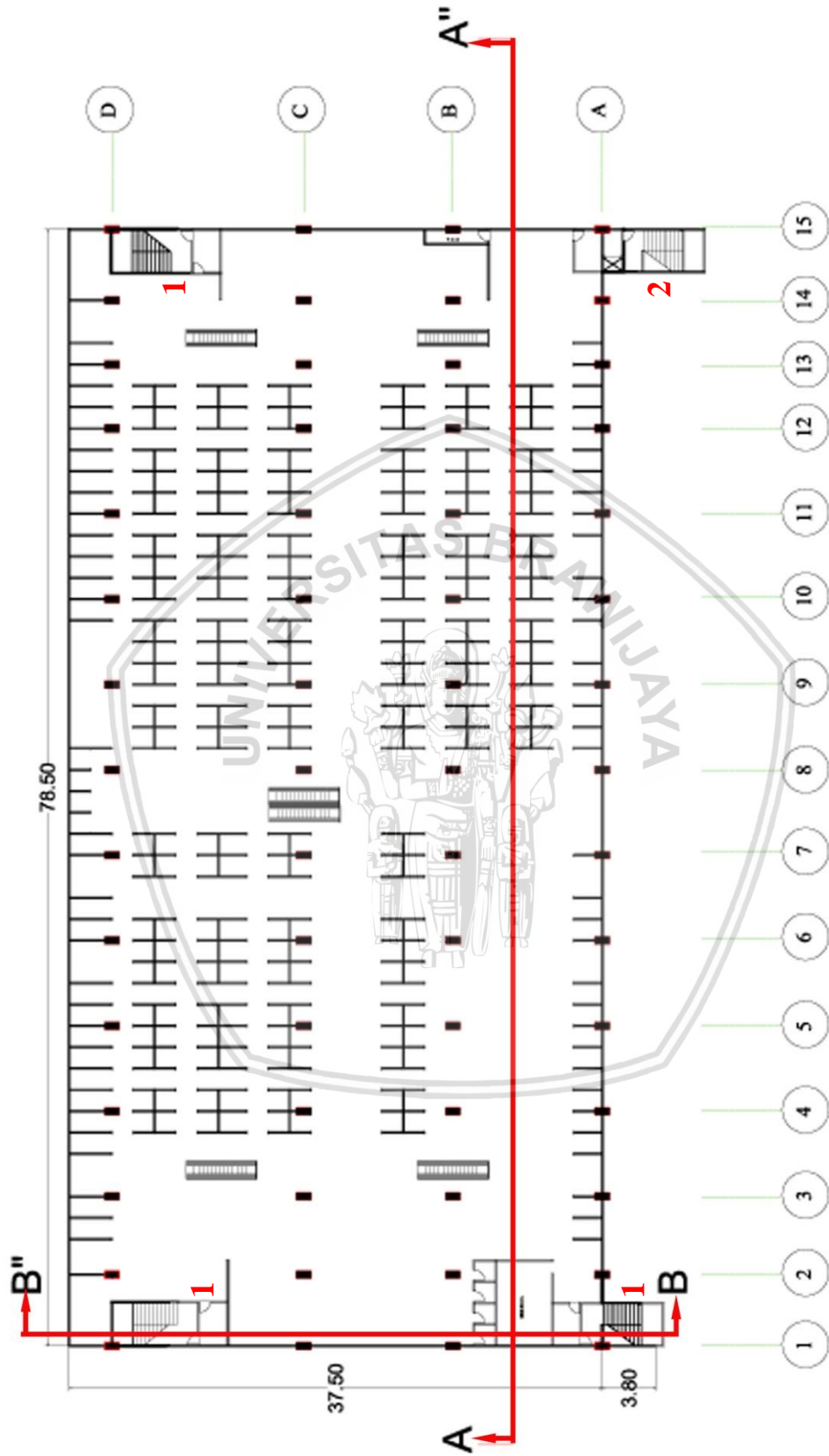
Gambar 4. 69 Letak rekomendasi tangga darurat berdasarkan akses keluar bangunan pasar segiri



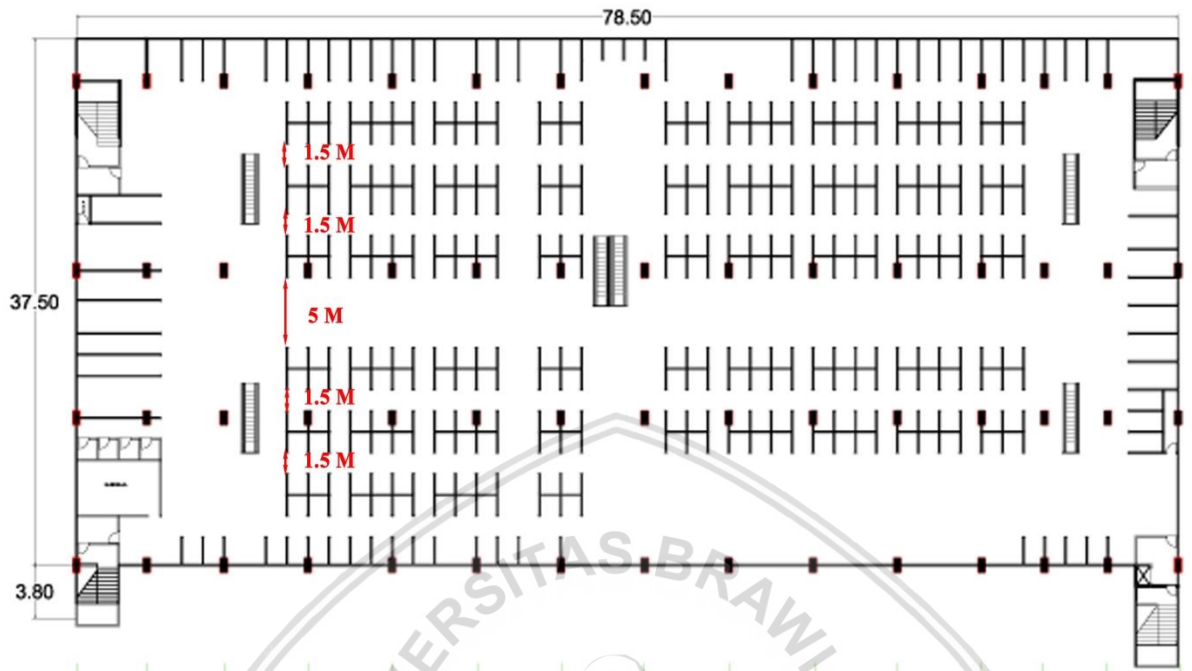
Gambar 4. 70 Rekomendasi letak tangga darurat lantai 1 pasar kering



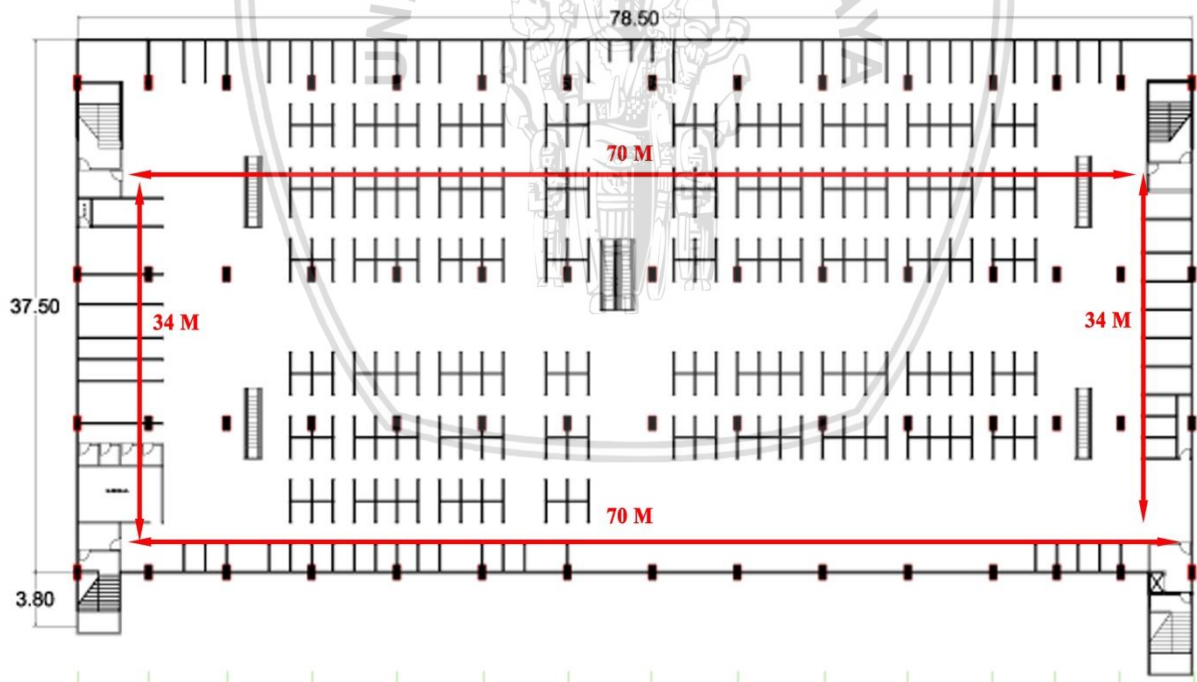
Gambar 4. 71 Rekomendasi letak tangga darurat lantai 2 pasar kering



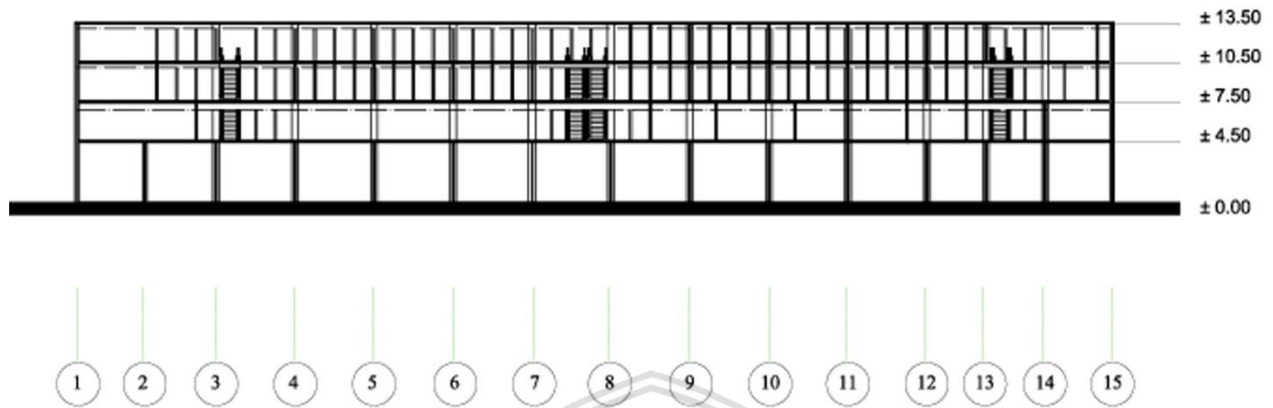
Gambar 4. 72 Rekomendasi letak tangga darurat lantai 3 pasar kering



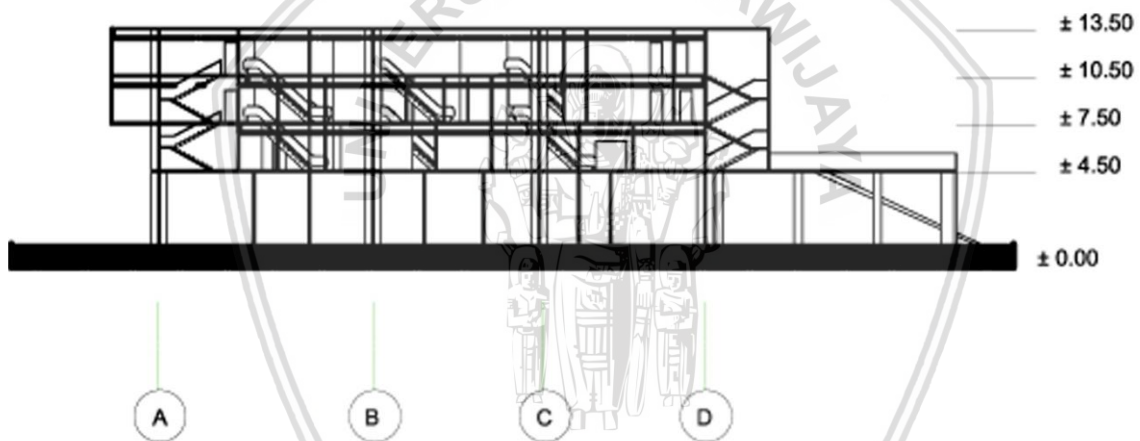
Gambar 4. 73 Lebar Koridor Pasar Kering



Gambar 4. 74 Jarak Koridor Rekomendasi

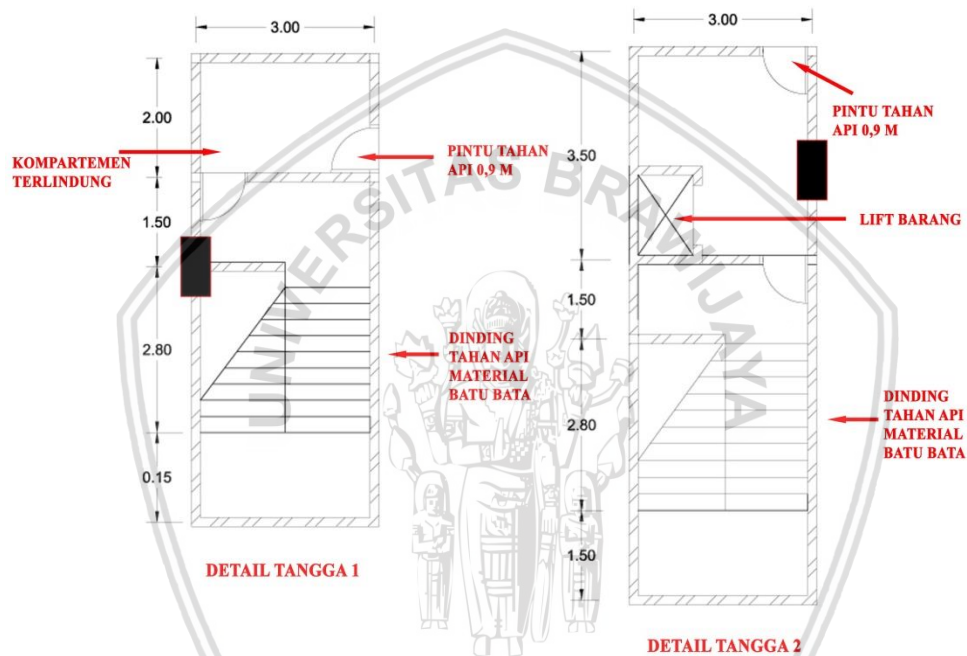


Gambar 4. 75 Potongan AA' rekomendasi pasar kering

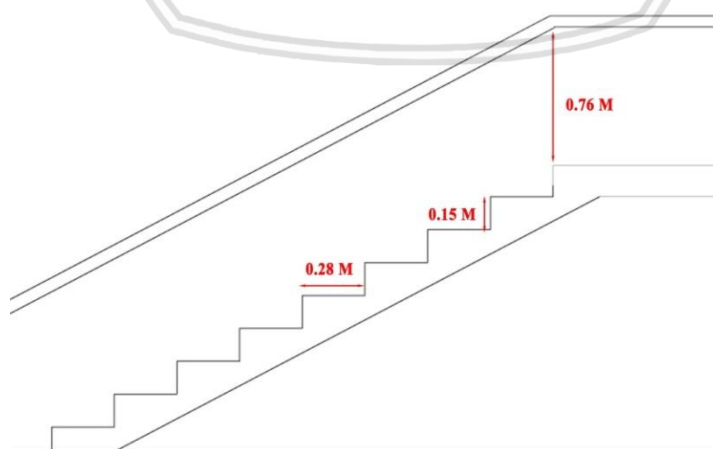


Gambar 4. 76 Potongan BB' rekomendasi pasar kering

Dimensi tangga darurat pada bangunan berdasarkan standar yang diterapkan oleh SNI memiliki lebar bersih 110 cm atau 90 cm apabila total beban hunian kurang dari 50 orang, ketinggian anak tangga maksimum adalah 18 cm dan minimal 10 cm dengan kedalaman anak tangga minimal 28 cm (Gambar 4.78) sedangkan berdasarkan Panduan Sistem Bangunan Tinggi, lebar tangga minimal adalah 120 cm. pada rekomendasi lebar tangga adalah 150 cm dengan lebar bordes 100 cm dan terdapat kompartemen terlindung (Gambar 4.77) pada tangga darurat dilengkapi dengan *handrail* dengan ketinggian 76 cm dari permukaan anak tangga. Material tangga darurat menggunakan baja ringan.

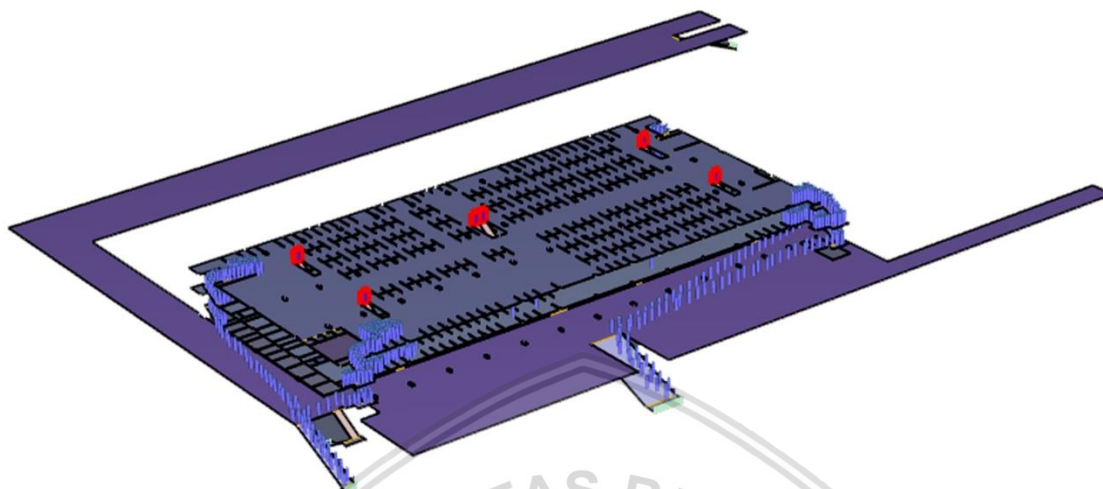


Gambar 4. 77 Detail ruang tangga darurat

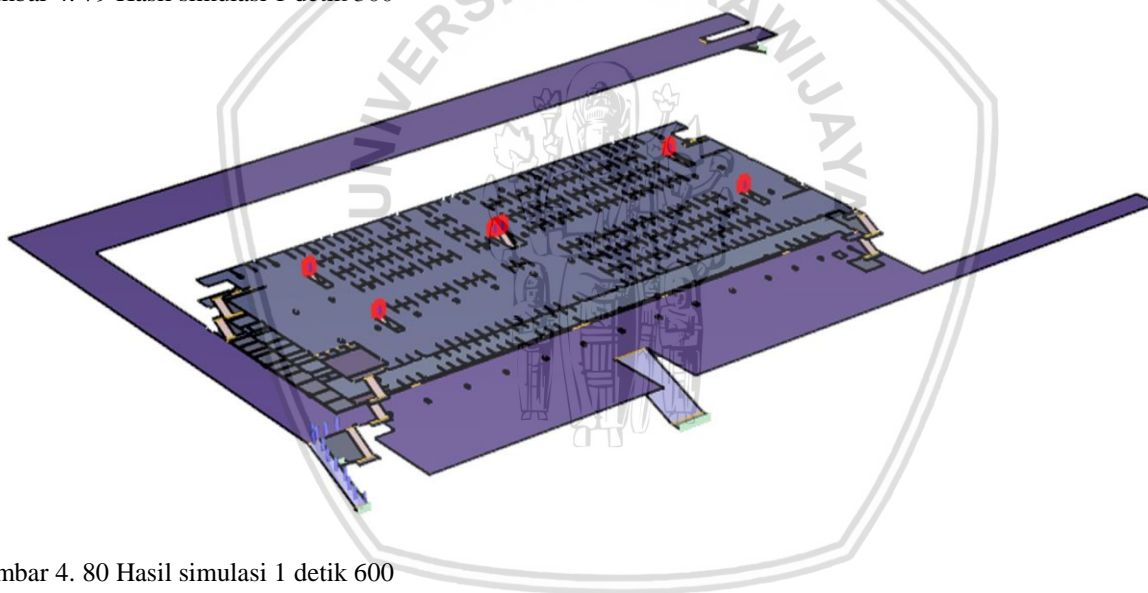


Gambar 4. 78 Dimensi Anak Tangga Darurat

Kemudian berikut adalah hasil simulasi evakuasi penghuni dengan asumsi bahwa seluruh tangga darurat dapat diakses oleh penghuni.



Gambar 4. 79 Hasil simulasi 1 detik 300



Gambar 4. 80 Hasil simulasi 1 detik 600

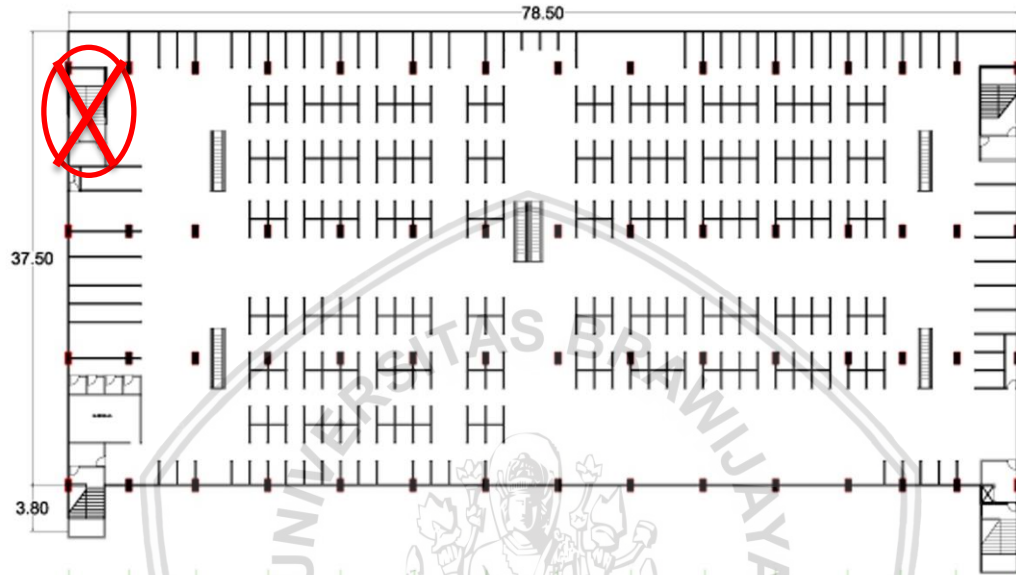
Tabel 4 13 Hasil simulasi 1 rekomendasi pasar kering

Waktu	Jumlah Penghuni yang Keluar
300	1457
600	2243
614	2256

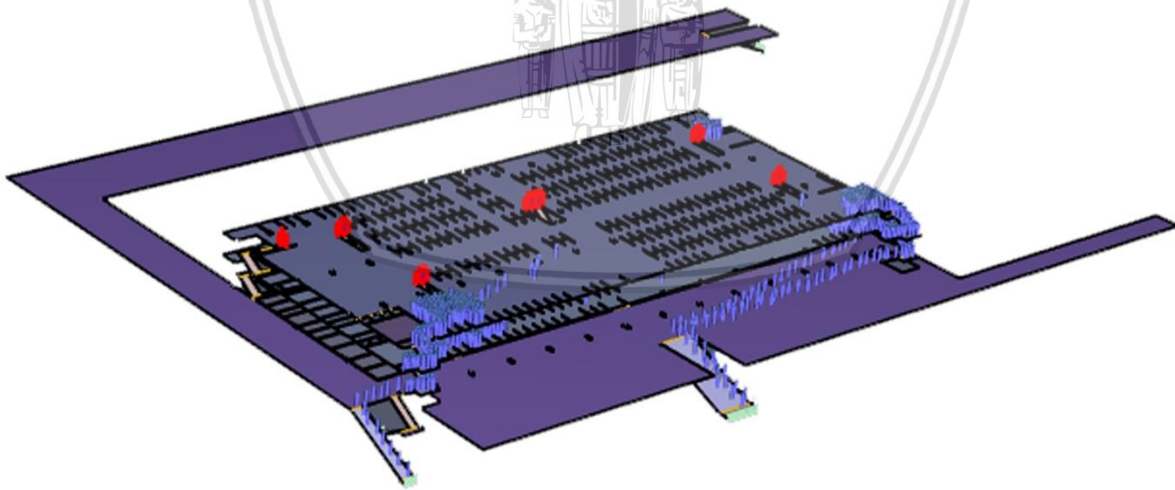
Berdasarkan hasil simulasi, dengan adanya 4 buah tangga darurat pada bangunan pasar kering, pada detik 300, jumlah penghuni yang belum mencapai eksit keluar dari kawasan pasar kering adalah 799 orang (Gambar 4.79) kemudian pada detik ke 600, seluruh penghuni sudah keluar dari bangunan akan tetapi belum mencapai titik aman, jumlahnya adalah 13 orang (Gambar 4.80)

penghuni dapat keluar dalam waktu 614 detik jika ditambahkan dengan *pre- movement time* 120 detik maka waktu total evakuasi adalah 734 detik.

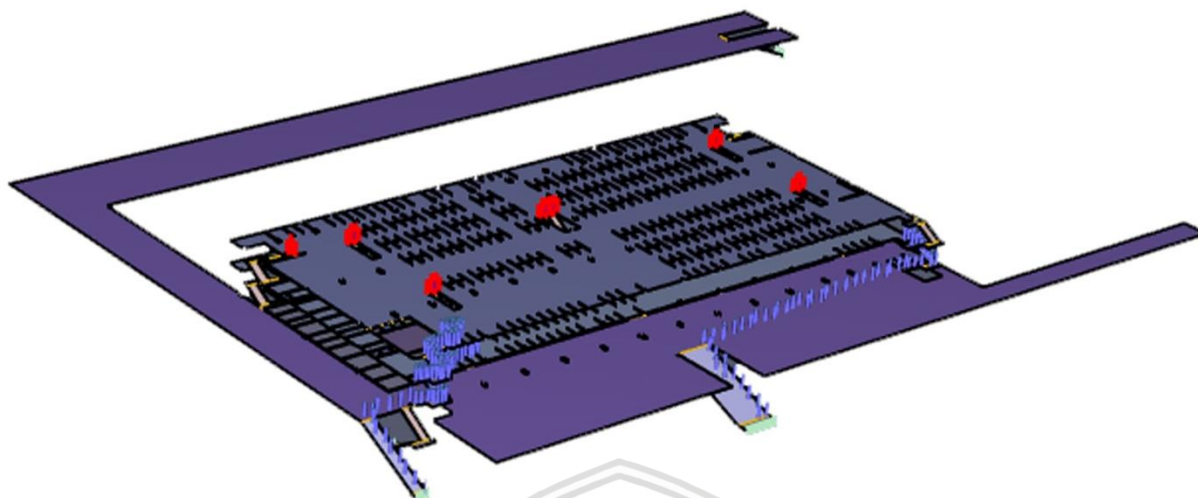
Pada simulasi kedua diasumsikan 1 tangga darurat tidak dapat diakses (Gambar 4.81). Pada simulasi ini tangga pada sudut kiri atas bangunan tidak dapat diakses karena berdasarkan simulasi asap pada *pyrosim*, tangga tersebut akan lebih dulu tertutup oleh asap.



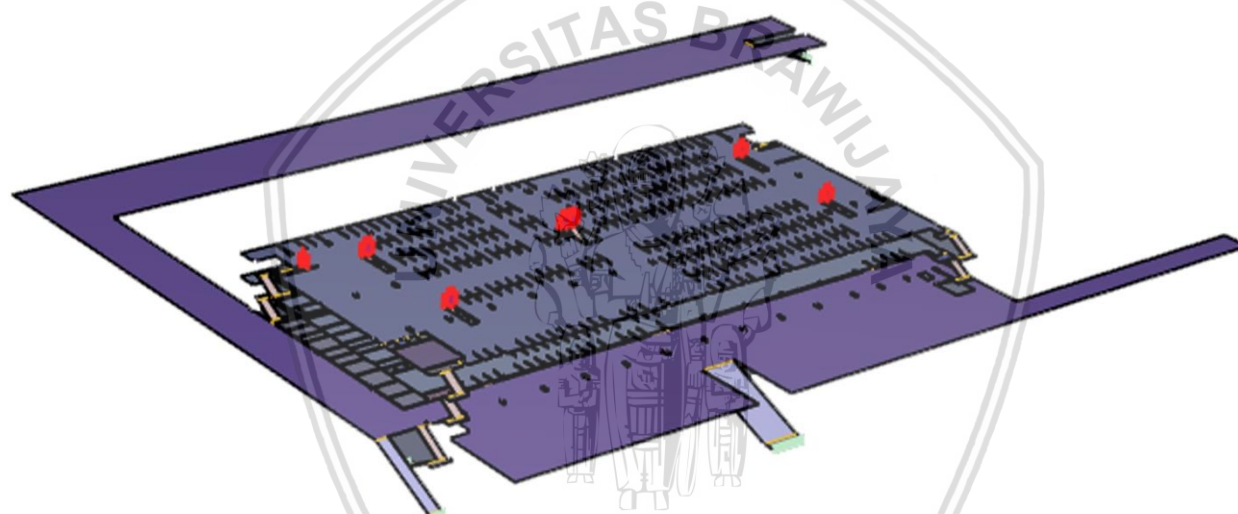
Gambar 4. 81 Akses tangga darurat yang ditutup



Gambar 4. 82 Hasil simulasi 2 detik 300



Gambar 4. 83 Hasil simulasi 2 detik 600



Gambar 4. 84 Hasil simulasi 2 detik 803

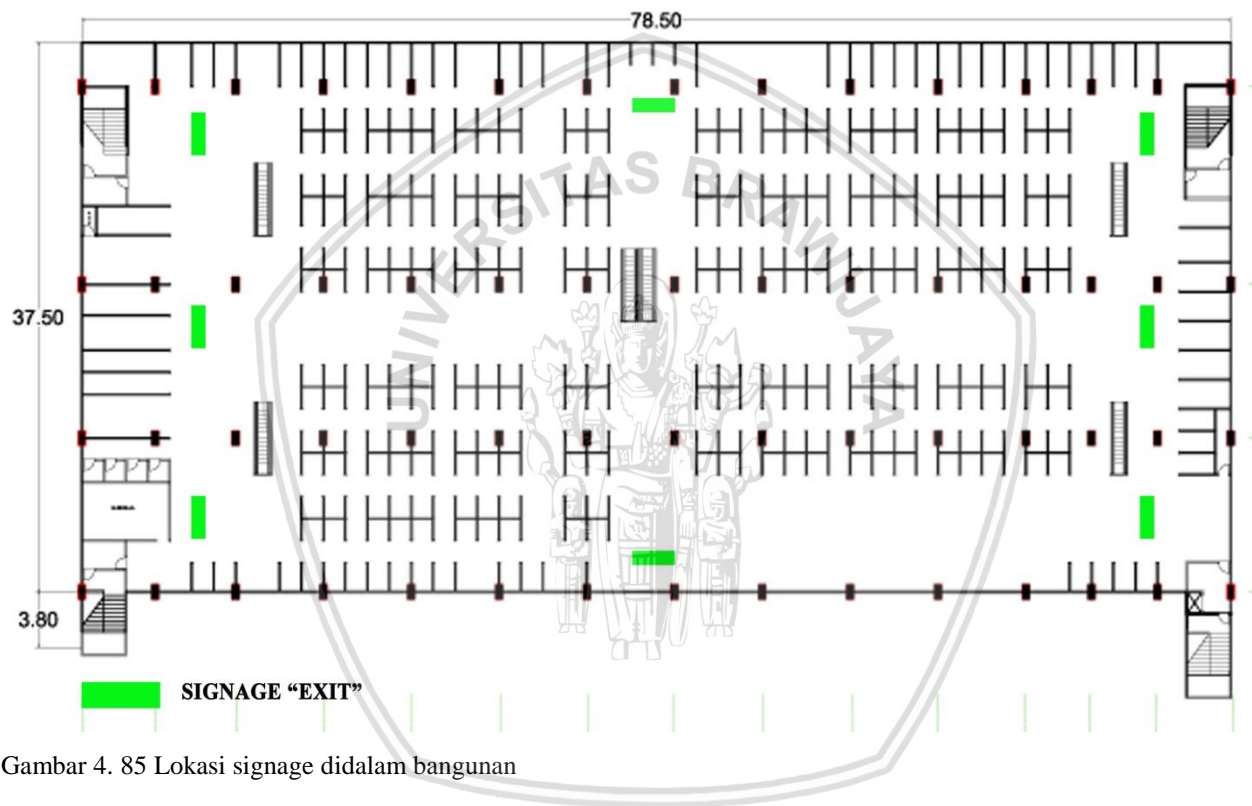
Tabel 4 14 Hasil simulasi 2 rekomendasi pasar kering

Waktu	Jumlah Penghuni yang Keluar
300	1259
600	2019
803	2256

Berdasarkan hasil simulasi 2, dengan 3 buah tangga darurat yang dapat diakses pada bangunan pasar kering. Pada detik 300, 997 penghuni masih berada didalam bangunan (Gambar 4.82) kemudian, pada detik 600 sebanyak 237 penghuni masih berada pada lantai 2 dan 3 bangunan (Gambar 4.83). Penghuni dapat dievakuasi seluruhnya dalam waktu 804 detik (Gambar 4.84). Jika ditambahkan dengan *pre-movement time* 120 detik maka total waktu

evakuasi adalah 924 detik apabila batas waktu evakuasi adalah 1800 detik, dapat disimpulkan bahwa penghuni masih keluar pada waktu yang aman untuk evakuasi.

Pada bangunan pasar kering masih belum terdapat *signage* untuk memberikan petunjuk kepada penghuni mengenai keberadaan tangga darurat pada gedung. Jarak antar *signage* maksimal 30 m kemudian berikut adalah letak signage dalam bangunan. Signage diletakkan pada persimpangan lorong dalam bangunan. Ukuran *signage* yang digunakan adalah 600 mm x 200 mm. *signage* diletakkan pada ketinggian. Signage diletakkan pada ketinggian 2,30 m dari permukaan lantai.

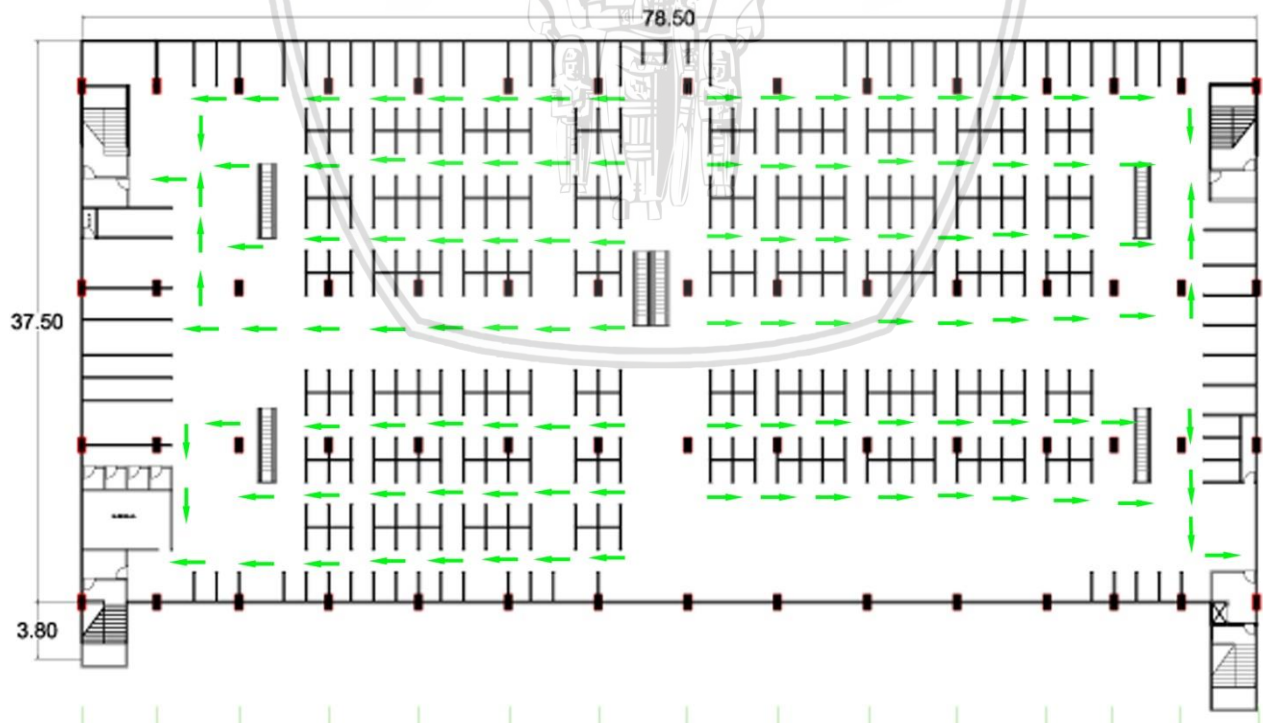


Gambar 4. 85 Lokasi signage didalam bangunan



Gambar 4. 86 Peletakan signage dalam bangunan

Selain memberikan penanda pada bagian langit-langit ruangan, untuk mengantisipasi apabila asap menutupi penunjuk arah pada langit-langit maka perlu ditambahkan pengarah pada lantai ruangan untuk mengarahkan penghuni menuju tangga darurat. Pengarah pada lantai dibuat dengan menggunakan cat *flourescene* yang dapat menyala dalam gelap.



Gambar 4. 87 Pengarah pada Lantai Pasar Kering

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pasar segiri merupakan pasar tradisional yang memiliki kepadatan penghuni dan kepadatan barang yang tinggi. Dikarenakan tingginya kepadatan barang, pada saat kebakaran api akan menyebar dengan cepat sehingga penghuni perlu untuk segera di evakuasi dari dalam pasar. Berdasarkan hasil analisis eksisting terhadap pasar segiri, lebih tepatnya pada bangunan pasar keringnya, permasalahan yang terjadi antara lain :

1. Jumlah sirkulasi evakuasi yang tersedia belum memenuhi untuk mengevakuasi 2256 orang pada bangunan.
2. Berdasarkan hasil simulasi asap, pada detik ke – 1200, asap sudah memenuhi lantai 2 dan 3 bangunan.
3. Waktu total yang dibutuhkan penghuni untuk evakuasi menuju titik aman adalah 2156
4. Kemungkinan terdapat 104 orang korban jiwa dikarenakan masih berada didalam bangunan yang dipenuhi oleh gas CO selama 30 menit sehingga kehilangan kesadaran.
5. Tidak terdapat signage untuk mengarahkan menuju tangga darurat.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka berikut adalah rekomendasi yang diberikan untuk sirkulasi evakuasi Pasar Segiri Samarinda :

1. Penambahan 3 tangga darurat pada bangunan Pasar Segiri Samarinda untuk mempersingkat waktu evakuasi.
2. Penambahan signage pada plafon bangunan dan pada lantai bangunan untuk mengarahkan penghuni menuju tangga darurat terdekat.

5.2 Saran

Pengelola bangunan diharapkan dapat menambah akses evakuasi untuk kebakaran pada bangunan pasar kering berupa tangga darurat sehingga dapat meningkatkan kecepatan evakuasi pengguna bangunan. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat melengkapi penelitian dari aspek – aspek lainnya untuk meningkatkan keamanan bangunan.

Daftar Pustaka

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008. *Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*

Juwana, Jimmy S. 2008. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta. Erlangga

CFPA-Europe. 2009. *Fire Safety Engineering Concerning Evacuation From Building*.

SNI 03-6574-2001. 2001. *Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda arah, dan Sistem Peringatan Bahaya pada Bangunan Gedung*.

Shen, Tzu Sheng. 2003. *Building Planning Evaluation for Emergency Evacuation*. Worchester Polytechnic Institute

Grigoras, Zeno-Cosmin. 2013. *Establishing the Design Fire Parameters for Buildings*. Gheorghe Asachi Technical University of Iasi

Bukowski, Richard W. 2009. *Emergency Egress From Building*. National Institute of Standards and Technology.

Gunnar G. Lovas. 1998. *On The Importance of Building Evacuation System Component*. IEEE Transaction on Engineering Management Vol.45.

Pauls. Jake. 2007. *Minimum Stair Width for Evacuation, Overtaking Movement, and Counterflow*. Springer. Heidelberg.

Ramli, S. 2010. *Manajemen Kebakaran*. Jakarta. PT.Dian Rakyat.

International Code Council. 2015. *International Building Code New Jersey Edition*. New Jersey.

NFPA 101 : Life Safety Code. 2012.

Thunderhead Engineering. 2014. *Pyrosim User Manual*.

SFPE : Handbook of Fire Protection Engineering. 2015. Springer.

H. Jukka. 2010. *Design Fire for Fire Safety Engineering*. Utgivare. Finland

Tonnikian.R. 2006. *Literature Review on Photoluminescent Material Used as Safety Wayguidance System*. National Research Council Canada.

Albis. Khalid. 2015. *Fire Dynamic Simulation and Evacuation for a Large Shopping Center (Mall)*. American Journal of Energy Engineering.

National Fire Protection Association. 2016. *Emergency Evacuation Planning Guide for People with Disabilities*.

H.L.Mu. 2013. *Pre-Evacuation Human Reaction in Fires : An Attribution Analysis Considering Psychological Process*. Procedia Engineering.

